



CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS ARGAMASSAS DE
REVESTIMENTO EXTERNO: PREPARADA EM OBRA,
INDUSTRIALIZADA FORNECIDA EM SACOS, E ESTABILIZADA
DOSADA EM CENTRAL**

Ivandro da Costa

Lajeado, dezembro de 2016.

Ivandro da Costa

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS ARGAMASSAS DE
REVESTIMENTO EXTERNO: PREPARADA EM OBRA,
INDUSTRIALIZADA FORNECIDA EM SACOS, E ESTABILIZADA
DOSADA EM CENTRAL**

Projeto de Monografia apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIVATES como avaliação do semestre.

Professor Me. Orientador: Ivandro Carlos Rosa

Lajeado, dezembro de 2016.

Ivandro da Costa

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS ARGAMASSAS DE
REVESTIMENTO EXTERNO: PREPARADA EM OBRA,
INDUSTRIALIZADA FORNECIDA EM SACOS, E ESTABILIZADA
DOSADA EM CENTRAL**

A Banca examinadora abaixo aprova o Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso –Etapa II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil:

Prof. Me. Ivandro Carlos Rosa(Orientador)
Centro Universitário Univates

Prof.Me. Marcelo Freitas Ferreira
Centro Universitário Univates

Prof.Me. Rafael Mascolo
Centro Universitário Univates

Lajeado, dezembro de 2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Ivandro Carlos Rosa, pelo acompanhamento e incentivo durante toda a execução deste trabalho.

Aos professores da Univates por todo o conhecimento e experiências passados ao longo dos anos.

A minha família, amigos e colegas de curso, pelo incentivo e pelo apoio.

Ao CPSA 08, que desde o início do curso vem trabalhando junto, compartilhando experiências, conhecimentos e aprendizagem.

Aos Integrantes do LATEC por todo auxílio prestado durante os ensaios no laboratório.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para vitória é o desejo de vencer”

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

A construção civil teve um grande crescimento nos últimos anos, havendo com isso o desenvolvimento de muitas tecnologias e novos produtos voltados para esta área. Na área de revestimento houve o surgimento de novos tipos de argamassas como a industrializada e a estabilizada que tem como principal vantagem a homogeneidade do traço e menor espaço ocupado no canteiro de obra, em relação a argamassa preparada em obra. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar os tipos de argamassas de revestimento utilizados na cidade de Lajeado/RS. Para este fim foram avaliados 6 traços diferentes de argamassas, dois traços de argamassas estabilizadas, dois de industrializadas e dois de preparadas em obra, através de ensaios físicos realizados para caracterizar as argamassas. Os ensaios realizados foram divididos em dois grupos, os de estado fresco e os de estado endurecido. No estado fresco os ensaios realizados foram os de densidade de massa, retenção de água, teor de ar incorporado e índice de consistência. No estado endurecido foram realizados os ensaios de resistência a compressão, resistência a tração na flexão, resistência potencial de aderência a tração, coeficiente de capilaridade, absorção de água por capilaridades. A principal propriedade avaliada foi a resistência de aderência à tração das argamassas. Para isso foram executados painéis de bloco cerâmicos e de tijolo maciço. Os painéis de bloco cerâmico receberam a aplicação de chapisco manual e posteriormente aplicação das argamassas, nos painéis de tijolo maciço foi aplicada a argamassa diretamente sobre os mesmos. As argamassas tiveram um desempenho similar no estado fresco. No estado endurecido pode-se destacar principalmente a baixa resistência à compressão da argamassa AO1 se comparada as demais argamassas. Já nos ensaios de aderência a tração nota-se claramente que as argamassas preparadas em obra possuem um melhor desempenho em relação as demais argamassas nos dois substratos testados. Além disso, uma das argamassas estabilizadas (AE2), não atingiu a resistência mínima estipulada por norma para aderência à tração em revestimento externo. Analisando os ensaios, as argamassas apresentaram valores que são aceitáveis considerando sua utilização para revestimento externo. As argamassas industrializadas foram as que apresentaram melhores resultados, se considerarmos todos os ensaios realizados.

Palavras-chave: Argamassas de revestimento, aderência à tração, propriedade das argamassas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas de revestimento	28
Figura 2 - Bloco cerâmico e painéis executados	38
Figura 3 - Tijolo maciço e painéis executados.....	38
Figura 4 - Fluxograma com as etapas dos ensaios realizados.....	39
Figura 5 - Mesa de queda	41
Figura 6 - Ensaio de retenção de água	41
Figura 7 - Ensaio de densidade no estado fresco	44
Figura 8 - Ensaaios de resistência à compressão e resistência à flexão	46
Figura 9 - Mesa de queda de argamassa.....	47
Figura 10 - Aparelho utilizado para aplicar carga de tração	48
Figura 11 - Tipos de ruptura em substrato sem chapisco.....	48
Figura 12 - Tipos de ruptura em substrato com chapisco.....	49
Figura 13 - Ensaio de absorção	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das argamassas	12
Quadro 2 - Classificação das argamassas quanto suas funções	13
Quadro 3 - Comparativo entre argamassa preparada em obra e argamassa industrializada	14
Quadro 4 - Relação entre as propriedades e a granulometria dos agregados	17
Quadro 5 - Principais tipos de cimento utilizados no Brasil	18
Quadro 6 - Principais tipos de aditivos utilizados nas argamassas	20
Quadro 7 - Propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido	22
Quadro 8 - Granulometria da areia	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades das argamassas industrializadas	33
Tabela 2 - Traço em volume e em massa das argamassas preparadas em obra	34
Tabela 3 - Propriedades do cimento	34
Tabela 4 - Propriedade da cal hidráulica	35
Tabela 5 - Propriedades da cal hidratada	35
Tabela 6 - Propriedades da areia	37
Tabela 7 - Ensaio realizados e normas correspondentes	40
Tabela 8 - Índice de consistência	51
Tabela 9 - Retenção de água	53
Tabela 10 - Teor de ar incorporado	54
Tabela 11 - Densidade no estado fresco	54
Tabela 12 - Densidade de massa no estado endurecido	55
Tabela 13 - Classificação quanto a densidade no estado endurecido	56
Tabela 14 - Resistência a compressão e a tração na flexão	57
Tabela 15 – Classificação quanto a Resistência á tração na flexão	58

Tabela 16 – Classificação quanto a resistência à compressão	59
Tabela 17 - Resistências mínimas de aderência à tração	59
Tabela 18 - Resultados dos ensaios de resistência à tração	60
Tabela 19 - Umidade e região de rompimento	62
Tabela 20 - Valores de absorção de água e coeficientes de capilaridade	63
Tabela 21 - Coeficiente de capilaridade definido por norma	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva granulométrica da areia.....	36
Gráfico 2 – Densidade no estado fresco	55
Gráfico 3 - Densidade no estado endurecido	56
Gráfico 4 - Resistência à tração na flexão aos 28 dias.....	57
Gráfico 5 - Resistência à compressão aos 28 dias	58
Gráfico 6 - Tensão média de ruptura.....	61
Gráfico 7 - Absorção de água.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AE1	Argamassa estabilizada 1
AE2	Argamassa estabilizada 2
AI1	Argamassa industrializada fornecida em sacos 1
AI2	Argamassa industrializada fornecida em sacos 2
AO1	Argamassa produzida em obra 1
AO2	Argamassa produzida em obra 2
cm	centímetros
g/cm ²	gramas por centímetro quadrado
Kg/m ³	quilograma por metro cubico
Min	minutos
mm	milímetros
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivo Geral	8
1.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Justificativa.....	9
1.4 Limitações.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Sistema de revestimento de argamassa	11
2.2. Classificação das argamassas.....	12
2.2.1 Argamassa produzida em obra	13
2.2.2 Argamassa industrializada fornecida em sacos.....	14
2.2.3 Argamassa estabilizada.....	15
2.3 Composição	16
2.3.1 Cimento	18
2.3.2 Cal.....	19
2.3.2.1 Cal hidratada.....	19
2.3.2.2 Cal hidráulica	19
2.4 Funções.....	21
2.5 Propriedades	22
2.5.1 Estado Fresco.....	22
2.5.1.1 Massa específica e teor de ar incorporado	23
2.5.1.2 Trabalhabilidade	23
2.5.1.3 Retenção de água.....	24
2.5.1.4 Aderência inicial	24
2.5.1.5 Retração na secagem.....	25
2.5.2 Estado Endurecido.....	25

2.5.2.1 Aderência	25
2.5.2.2 Capacidade de absorver deformações	26
2.5.2.3 Resistência mecânica	27
2.5.2.4 Permeabilidade	27
2.5.2.5 Durabilidade.....	28
2.6 Camadas	28
2.6.1 Chapisco	28
2.6.2 Emboço	29
2.6.3 Reboco	30
2.6.4 Massa única	30
 3 MATERIAIS E MÉTODOS	 31
3.1 Materiais.....	31
3.1.1 Argamassas estabilizadas.....	32
3.1.2 Argamassas industrializadas	32
3.1.3 Argamassas preparadas em obra	33
3.1.3.1 Cimento	34
3.1.3.2 Cal.....	35
3.1.3.3 Areia	35
3.1.3.4 Água	37
3.1.4 Chapisco	37
3.1.5 Bases de aplicação em bloco cerâmico	37
3.1.6 Bases de aplicação em tijolo maciço	38
3.2 Métodos.....	39
3.2.1 Índice de consistência	40
3.2.2 Retenção de água.....	41
3.2.3 Teor de ar incorporado	43
3.2.4 Densidade de massa no estado fresco;	44
3.2.5 Densidade de massa aparente no estado endurecido	45
3.2.6 Resistência à compressão e Resistência à tração na flexão	45
3.2.7 Resistência potencial de aderência à tração	46
3.2.8 Absorção de água por capilaridade/ Coeficiente de capilaridade.....	49
 4 RESULTADOS.....	 51

4.1 Índice de consistência	51
4.2 Retenção de água.....	52
4.3 Teor de ar incorporado e densidade de massa no estado fresco.....	53
4.4 Densidade de massa aparente no estado endurecido	55
4.5 Resistência à compressão e resistência à tração na flexão.....	56
4.6 Resistência potencial de aderência à tração	59
4.7 Absorção de água por capilaridade/ Coeficiente de capilaridade.....	63
 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 65
 REFERÊNCIAS.....	 68
 APÊNDICES	 71

1 INTRODUÇÃO

A construção civil teve um grande crescimento nos últimos anos, havendo com isso o desenvolvimento de muitas tecnologias e novos produtos voltados para esta área. Da mesma maneira houve em muitos casos, a manutenção de muitos produtos que já vinham sendo usados e agora disputam espaço com os novos produtos. Um dos segmentos da construção em que há essa concorrência entre técnicas e materiais utilizados há mais tempo e novos materiais é no segmento de revestimentos de argamassa.

Há hoje na construção civil três tipos principais de argamassa de revestimento. O mais antigo é o de argamassa produzida em obra, onde é utilizada normalmente uma mistura de água, cimento, cal, agregado, podendo ou não ter aditivos. Outro tipo de argamassa um pouco mais recente é a argamassa industrializada, comercializada em sacos, é só misturar com água e esta pronta para o uso. A argamassa mais nova que se tem no mercado é a argamassa estabilizada dosada em central. Esta última já vem pronta para uso sem precisar fazer a adição de nenhum material.

Segundo Neto *et al.*(2010) a produção de argamassa em obra representa 95% do total de argamassa consumida no país. As argamassas industrializadas são responsáveis por 4 %. As argamassas estabilizadas correspondem a 1 % do total de argamassa consumida no Brasil. Mas segundo o autor a argamassa estabilizada vem ganhando espaço com o passar dos anos e é uma tendência principalmente nos grandes centros urbanos.

Mesmo com um crescimento acelerado do uso de argamassa estabilizada, no Brasil ainda não existem normas técnicas que regulamentem a argamassa estabilizada, o que gera dúvidas sobre sua real eficiência.

Tanto as argamassas produzidas em obra quanto as industrializadas possuem valores de propriedades normatizados, e por isso torna-se válido o comparativo entre estas e as argamassas estabilizadas.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo da pesquisa é comparar as propriedades mecânicas no estado fresco e no estado endurecido, os três principais tipos de argamassa de revestimento: argamassa estabilizada dosada em central, industrializada ensacada e produzida em obra. Serão feitos ensaios para comparar as argamassas, utilizando dois traços diferentes para cada tipo de argamassa.

1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

I- Comparar os três principais tipos de argamassa de revestimento externo utilizados no Vale do Taquari, mais precisamente na cidade de Lajeado, em relação a suas propriedades mecânicas no estado fresco e no estado endurecido;

II – Comparar os revestimentos no estado fresco utilizando como referência os valores dos ensaios de índice de consistência, retenção de água, teor de ar incorporado e densidade de massa;

III – Comparar os revestimentos no estado endurecido utilizando como referência os valores dos ensaios de resistência a compressão, resistência a tração na flexão, resistência potencial de aderência a tração, coeficiente de capilaridade e absorção de água por capilaridade;

IV – Verificar se as argamassas atendem os valores mínimos estipulados por norma, para os ensaios que possuem valores definidos;

V – Classificar as argamassas segundo o que definem as normas.

1.3 Justificativa

A escolha do tema do trabalho ocorreu devido à utilização dos três tipos de argamassa na cidade de Lajeado e região. O comparativo entre os três tipos de argamassa se torna importante para que se possa analisar qual delas possui melhores propriedades e conseqüentemente um melhor desempenho nas edificações.

Outro fator importante é que não existem normas sobre a argamassa estabilizada no Brasil, deste modo a comparação entre as argamassas serve de parâmetro. Além disso, os resultados dos ensaios das argamassas industrializadas e das preparadas em obra serão comparados com as especificações das normas regulamentadoras, para analisar se estas argamassas estão de acordo com as mesmas.

Outro aspecto interessante da pesquisa é a avaliação de duas dosagens diferentes de argamassas produzidas pelo mesmo processo de fabricação, onde poderão ser observadas as diferenças que a dosagem pode trazer para as propriedades das argamassas.

1.4 Limitações

O estudo realizado neste trabalho apresenta algumas limitações, entre elas esta o fato de não se conseguir obter muitas informações sobre a dosagem das argamassas estabilizadas. Outro fator limitante do trabalho é o numero de amostras testadas. Por ser necessária a elaboração de muitos ensaios optou-se por utilizar somente dois tipos de dosagem de argamassa para cada tipo de fabricação. Além

disso, optou-se por realizar os ensaios de resistência de aderência a tração somente em bloco cerâmico e tijolo maciço, tendo em vista o grande número de ensaios e por se tratar de revestimento externo, onde em uma edificação, é muito maior a área de cerâmicas do que a área de concreto.

Outra limitação encontrada no trabalho foi a análise dos resultados em relação a valores apresentados em normas. Muitas das normas classificam as argamassas segundo suas propriedades, mas não atribuem conceitos ou aplicações a estas classificações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será caracterizado o sistema de revestimento de argamassa, descrevendo as formas de preparo, materiais constituintes e propriedades desejadas no estado fresco e endurecido.

2.1 Sistema de revestimento de argamassa

O revestimento de argamassa faz parte do sistema de vedação das edificações, portanto deve apresentar propriedades que contribuam para o adequado comportamento da vedação e conseqüentemente, das edificações como um todo (BAIA E SABBATINI,2008).

O sistema de revestimento é definido pela NBR 13529(ABNT, 2013), como sendo um conjunto formado pela argamassa de revestimento e acabamento decorativo, obedecendo ao que está descrito em projeto e levando em conta fatores como base de aplicação, fatores de exposição, acabamento e desempenho final. O revestimento de argamassa é definido como o cobrimento da superfície com as camadas definidas em projeto, visando a aplicação de acabamento decorativo ou ser utilizada como acabamento final.

Segundo Manual do Revestimento da ABCP (2002), argamassa de revestimento é uma mistura homogênea de aglomerantes (cal e cimento), agregados (areia), água. Para melhorar ou conferir propriedades à argamassa podem ser utilizados aditivos.

2.2. Classificação das argamassas

Segundo Carasek(2007), há vários critérios que podem ser utilizados para a classificação das argamassas, como pode ser visto no quadro 1 apresentado a seguir.

Quadro 1 - Classificação das argamassas

Critério de classificação	Tipo
Quanto à natureza do aglomerante	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa aérea • Argamassa hidráulica
Quanto ao tipo de aglomerante	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de cal • Argamassa de cimento • Argamassa de cimento e cal • Argamassa de gesso • Argamassa de cal e gesso
Quanto ao número de aglomerantes	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa simples • Argamassa mista
Quanto à consistência da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa seca • Argamassa plástica • Argamassa fluida
Quanto à plasticidade da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa pobre ou magra • Argamassa média ou cheia • Argamassa rica ou gorda
Quanto à densidade de massa da argamassa	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa leve • Argamassa normal • Argamassa pesada
Quanto à forma de preparo ou fornecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa preparada em obra • Argamassa industrializada • Argamassa dosada em central • Mistura semi pronta para argamassa

Fonte: adaptado de Carasek, pg. 865 (2007)

A autora ainda classifica as argamassas em cinco funções tais como: construção de alvenaria, revestimento, contra piso, argamassas para cerâmica e argamassas para reparos em estruturas. O quadro 2 apresentado a seguir mostra os tipos de argamassa para cada função.

Quadro 2 - Classificação das argamassas quanto suas funções

Função	Tipos
Para construção de alvenarias	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de assentamento • Argamassa de fixação(ou encunhamento)-alvenaria de vedação
Para revestimento de paredes e tetos	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de chapisco • Argamassa de emboço • Argamassa de reboco • Argamassa de camada única • Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de piso	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de contra piso • Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de assentamento de peças de cerâmica-colante • Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa de reparo

Fonte: adaptado de Carasek, pg. 865 (2007)

O presente trabalho tem como um dos objetivos caracterizar os sistemas de revestimento de argamassa conforme suas produções, por isso, a seguir estão definidas os três sistemas de produção de argamassa abordados neste estudo.

2.2.1 Argamassa produzida em obra

As argamassas produzidas em obra são as mais tradicionais no Brasil. Este tipo de argamassa é produzida a partir de uma dosagem definida de acordo com os materiais empregados. As argamassas produzidas em obra normalmente são compostas de materiais aglomerantes, água, agregados, podendo ou não ter a adição de aditivos. O grande problema deste tipo de argamassa é a dosagem, que muitas vezes é feita de forma inadequada afetando as propriedades exigidas das argamassas (RECENA, 2008).

Regattieri e Silva (2003), afirmam que as argamassas produzidas em obra envolvem um numero maior de processos para sua fabricação, com isso necessitam de maior espaço de armazenamento para os materiais, maior demanda de

transporte de materiais dentro do canteiro de obras, e consequentemente uma maior utilização de mão de obra.

2.2.2 Argamassa industrializada fornecida em sacos

Segundo Recena (2008), as argamassas industrializadas fornecidas em sacos são produtos encontrados no mercado, que estão prontos para a utilização necessitando somente a adição de água. Este tipo de argamassa pode ser encontrada no mercado como sendo à base de cimento Portland, aditivos e adições, ou então a base de cal. O agregado utilizado pode ser tanto areia de rio, quanto areia artificial. O quadro 3 apresenta um comparativo entre as argamassas.

Quadro 3 - Comparativo entre argamassa preparada em obra e argamassa industrializada

Quanto ao:	Argamassa preparada em obra	Argamassa industrializada
Recebimento de descarga de materiais	Recebe a areia a granel, cimento e cal em sacos. Uso de mão de obra maior e o desperdício de materiais também são maiores.	Entregue ensacada e paletizada. A demanda de mão de obra é menor assim como o desperdício, também é reduzido.
Controle e recebimento de materiais	Contagem e pesagem dos sacos e verificação se existem embalagens danificadas. Apresenta dificuldade em controlar a qualidade da areia (granulometria, contaminações)	Contagem e pesagem dos sacos e verificação da existência de embalagens danificadas.
Armazenagem de materiais	Necessita de mais espaço para seu armazenamento. Areia entregue a granel precisa de um local onde haja contenção para evitar espalhamento e perdas.	Estoques mais flexíveis. Podem ser remanejados e distribuídos nos locais de aplicação.
Local de preparo	Há a necessidade de um número maior de funcionários para o preparo, necessita de um local específico para mistura (betoneira próxima ao local de armazenamento de materiais), desperdício maior de matérias primas.	É possível preparar nos andares da aplicação, pois permite menores solicitações de transporte e mão de obra
Medição dos materiais	Dificuldade no controle da medição dos materiais. Falta de recipientes e balanças. Menor precisão.	Propriedades asseguradas pelo fabricante. Cuidados apenas com as quantidades de água adicionadas.
Mistura dos materiais	‘Deve ser mecanizada.	Deve ser mecanizada.
Transporte dos materiais/argamassa	Maior gasto com mão de obra para mistura da matéria prima para a produção e distribuição nos locais de aplicação da argamassa.	Pode ser dosada no local ou bombeada.

Fonte: TREVISOL JÚNIOR, pg 35(2015), adaptado de RAGATTIERI E SILVA (2006).

Racena(2008) reforça a ideia de Trevisol(2015) afirmando que uma das principais vantagens da argamassa ensacada é a armazenagem. Além disso, é uma mistura bem mais homogênea, o que dá a garantia de que toda a argamassa aplicada terá as mesmas propriedades.

Antunes (2008), afirma que a principal vantagem de se utilizar as argamassas ensacadas é ter sempre um traço uniforme. Outra vantagem é de que a responsabilidade de produção da argamassa em suas características corretas passa a ser de um terceiro. O autor completa sua ideia enfatizando que mesmo as argamassas ensacadas precisam de uma definição de traço feita em projeto de acordo com as necessidades da obra. De acordo com Silva (2008) outro fator a ser analisado, é a facilidade em se fazer o controle do consumo de argamassa, evitando assim desperdícios, o que afeta diretamente no custo final da obra.

2.2.3 Argamassa estabilizada

Segundo Matos (2013) as argamassas estabilizadas são dosadas em centrais e transportadas por caminhões betoneira de maneira parecida como é feito com o concreto. Na obra a argamassa é armazenada em recipientes plásticos previamente instalados, protegidos das ações de vento ou sol. Após a entrega da argamassa na obra ela pode ser utilizada em até três dias.

A produção da argamassa sendo feita em uma central de dosagem, com rígido controle dos materiais, proporciona uma maior homogeneidade ao produto, e com isso a diminuição do risco de patologias ligadas a erros de dosagem da argamassa (HERMANN e ROCHA, 2013). Neto *et al.*(2010) cita além do controle dos materiais utilizados o tempo de utilização da argamassa como uma vantagem da argamassa estabilizada. Enquanto as argamassas produzidas em obra ou industrializadas possuem um tempo máximo de aplicação de aproximadamente 3 horas, a argamassa estabilizada pode ser aplicada em 72 horas.

Matos (2013) cita algumas vantagens da utilização das argamassas estabilizadas.

- Aumenta o rendimento: evita paradas para aguardar a confecção da argamassa, além do período no início do expediente. Segundo Shmid (2011), este rendimento pode ser até 35% maior.
- Redução de perdas: a argamassa não precisa ser utilizada toda em um dia, evitando que, ao final da jornada de trabalho, a sobra seja descartada.
- Limpeza da obra: reduz os resíduos provenientes da confecção de argamassas em obra (embalagens de cimento, cal e aditivos, por exemplo);
- Misturas mais consistentes, devido ao fato do proporcionamento dos materiais ser feito em central, em massa, com maior controle;
- Reduz a responsabilidade de dosagem em obra.
- Melhora a logística dentro do canteiro de obra: os recipientes contendo a argamassa podem ser descarregados próximos aos locais de utilização, reduzindo o transporte dentro da obra.
- Reduz a demanda de mão de obra, já que dispensa o processo de mistura e reduz o transporte dentro do canteiro de obras (MATOS, 2013, pg. 45)

2.3 Composição

As principais características e propriedades das argamassas deve-se principalmente a dosagem e ao tipo de material empregado em sua produção. Desta maneira é de fundamental importância conhecer a função de cada material que constitui as argamassas (MATOS, 2013).

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define argamassa como sendo um material formado basicamente por até cinco elementos básicos sendo eles: aglomerantes, agregados, adições, água e aditivos.

2.3.1 Agregados

O agregado é definido por Bauer (2005), como sendo o “esqueleto” das argamassas de revestimento. Segundo o autor os agregados têm influência direta nas seguintes propriedades das argamassas: retração, módulo de deformação, resistência mecânica entre outras.

Dubaj (2000), afirma que as principais funções dos agregados nas argamassas são: o preenchimento completo dos vazios, o que resulta em menor consumo de aglomerantes; aumentar a resistência a compressão da pasta, e contribuir para a diminuição da retração das argamassas.

Uma das propriedades mais importantes a ser observada nos agregados é a granulometria. Segundo Manual de Revestimento da ABCP (2002), a granulometria dos agregados influencia diretamente na relação água/cimento da mistura. Por este motivo quanto mais continua a curva granulométrica do material melhor para a argamassa. O quadro 4 apresentado abaixo mostra as propriedades das argamassas e a relação com a granulometria dos agregados.

Quadro 4 - Relação entre as propriedades e a granulometria dos agregados

Propriedade	Quanto mais fino	Quanto mais descontinua for a granulometria	Quanto maior o teor de grãos angulosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior
Retenção de água	Melhor	-	Melhor
Retração na secagem	Aumenta	Aumenta	-
Porosidade	-	Aumenta	-
Aderência	Pior	Pior	Melhor
Resistência mecânica	-	Pior	-
Impermeabilidade	Pior	Pior	-

Fonte: Manual do revestimento ABCP, pg. 6 (2002)

2.3.2 Aglomerantes

Os aglomerantes são utilizados para fazer a ligação entre os grãos dos agregados nas argamassas. Os dois tipos de aglomerantes mais utilizados são cimento e cal, e são importantes por sua composição química, finura e capacidade de solidificar, além de conferir a argamassas propriedades como aderência e resistência (DUBAJ, 2000).

2.3.1 Cimento

O cimento é utilizado nas argamassas por sua capacidade de endurecimento, por ser um aglomerante hidráulico o mesmo endurece em contato com a água. Além disso confere resistência e aderência a argamassas(DUBAJ, 2000).

Segundo Dubaj (2000), a composição química do cimento é a maior responsável por seu comportamento, mas a finura do material também é importante. Quanto maior a finura do cimento maior sua capacidade aglutinante e com isso há um aumento de sua resistência, além de ajudar em uma melhor retenção de água. O cimento ideal para argamassas deve apresentar pega e ganho de resistência gradativo para não sofrer fissuras devido a retração hidráulica e a secagem.

Os tipos de cimento (QUADRO 5) utilizados no Brasil foram listados pelo Manual de Revestimento da ABCP(2002), juntamente com as normas referentes a cada um.

Quadro 5 - Principais tipos de cimento utilizados no Brasil

Denominação	Sigla	Norma
Portland comum	CP I	NBR- 5732
Portland composto com escória	CP II-E	NBR-11578
Portland composto com pozolana	CP II-Z	NBR-11578
Portland composto com filler	CP II-F	NBR-11578
Portland de alto forno	CP III	NBR-5735
Portland pozolânico	CP IV	NBR-5736
Portland de alta resistência inicial	CP V-ARI	NBR-5733

Fonte: Manual do revestimento ABCP, pg.5 (2002)

Bolorino e Cincotto (1997; apud DUBAJ, 20000) realizaram ensaios comparativos com 5 tipos de cimento: CP II E, CP II F, CP III, CP IV e CP V ARI. Como resultado pode-se observar que as propriedades das argamassas mistas no estado plástico não sofreram grandes alterações. Enquanto isso no estado endurecido o que mais apresentou divergência foi a retração na secagem que, na argamassa com cimento CP III, não houve fissuração enquanto que na argamassa com CP V ARI, houve grande numero de fissuras.

2.3.2 Cal

A cal é um aglomerante aéreo que tem seu endurecimento devido a secagem e a reação com o anidrido carbônico presente na atmosfera. A cal é empregada em argamassas, pois confere as argamassas a capacidade de absorver deformações além de garantir a estanqueidade do revestimento (DUBAJ, 2000).

O Manual de Revestimento da ABCP (2002), traz características de dois tipos de argamassa, uma somente com cal e outra mista, com cal e cimento. Na argamassa que possui apenas cal, o mesmo funciona como aglomerante da mistura conferindo boa trabalhabilidade e capacidade de absorver deformações a argamassa. Neste caso a aderência e a resistência mecânica são reduzidas. Já na argamassa mista a cal ajuda na retenção de água da argamassa, além de contribuir para a hidratação do cimento, trabalhabilidade e capacidade de absorver deformações.

2.3.2.1 Cal hidratada

Segundo a NBR 11171 (ABNT, 1990) a cal hidratada é um pó seco, obtida pela hidratação adequada de cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ou de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio.

2.3.2.2 Cal hidráulica

Segundo a NBR 11171 (ABNT, 1990) a cal hidratada é um pó seco, obtida pela calcinação a uma temperatura próxima a da fusão de calcário com impurezas sílicoaluminosas, formando silicatos, aluminatos e ferritas de cálcio, que lhe conferem um certo grau de hidráulicidade.

2.3.3 Água

A água é o componente da argamassa que proporciona a reação entre os materiais. Embora seja utilizada para regular a consistência da mistura para se obter uma melhor trabalhabilidade da argamassa, sua adição deve ser controlada e respeitar o teor pré-estabelecido no projeto (Manual de Revestimento da ABCP, 2002).

Ainda segundo o manual água potável é a melhor para ser utilizada na produção de argamassas, pois não pode haver contaminação ou excesso de sais na água. A água para amassamento deve seguir as normas estabelecidas na NBR NM 132.

2.3.4 Aditivos

De acordo com a NBR 13529(ABNT, 2013), os aditivos são especificados como “produto adicionado à argamassa em pequena quantidade, com a finalidade de melhorar uma ou mais propriedades, no estado fresco ou endurecido”.

O Manual do Revestimento da ABCP (2002) apresenta os tipos de aditivos e suas funções principais como pode se visto no quadro 6 a seguir.

Quadro 6 - Principais tipos de aditivos utilizados nas argamassas

Tipos de aditivos	
Redutores de água (plastificante)	São utilizados para melhorar a trabalhabilidade da argamassa sem alterar a quantidade de água.
Retentores de água	Reduzem a evaporação e a exsudação de água da argamassa fresca e conferem capacidade de retenção de água frente à sucção por bases absorventes.
Incorporador de ar	Formam microbolhas de ar, estáveis, homogeneamente distribuídas na argamassa, aumentando a trabalhabilidade e atuando a favor da permeabilidade.
Retardadores de pega	Retardam a hidratação do cimento, proporcionando um tempo maior de utilização.
Aumentadores de aderência	Proporcionam aderência química ao substrato.
Hidrofugantes	Reduzem a absorção de água da argamassa, mas não a tornam impermeável e permitem a passagem de vapor d'água.

Segundo Carasek e Campagnollo (1990, *apud* DUBAJ 2000), alguns aditivos não empregam boa trabalhabilidade as argamassas no estado fresco, além de causarem problemas de aderência das mesmas no estado endurecido. Complementando a ideia dos autores Mibielli (1994 *apud* DUBAJ 2000), afirma que o uso de aditivos deve ser feito conhecendo profundamente seus efeitos, propriedades e reações. Por isso faz-se necessário o acompanhamento da argamassa longo de sua vida útil, para verificar seu comportamento com o passar do tempo.

2.4 Funções

A escolha da argamassa deve levar em consideração as funções que o revestimento deve exercer. Para Recena (2008), a argamassa deve ser considerada como parte da estrutura e não como um elemento isolado. As principais funções das argamassas de revestimento são: proteger e regularizar os locais de aplicação sendo estruturas de alvenaria ou concreto, absorver as deformações sofridas pela estrutura, proporcionar um bom acabamento à base de aplicação, proteger o substrato da ação da água.

Carasek (2007) tem as mesmas ideias de Recena (2008), mas ainda complementa afirmando que as funções das argamassas de revestimento são:

- Proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo, no caso dos revestimentos externos;
- Integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com diversas funções, tais como: isolamento térmico (~30%), isolamento acústico (~50%), estanqueidade à água (~70 a 100%), segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir como base para acabamentos decorativos, contribuindo para a estética da edificação (CARASEK, 2007, pg 871).

As funções das argamassas podem ser comprometidas se não houver a execução correta da estrutura. Segundo Baia e Sebbatini (2008), não é função do revestimento fazer a correção de imperfeições da base desaprumada ou desalinhada.

2.5 Propriedades

De acordo com Baia e Sabbatini (2008), para que as argamassas cumpram suas funções adequadamente, é preciso que elas apresentem propriedades específicas tanto no estado fresco quanto no endurecido. A análise destas propriedades e de como são influenciadas, pode ajudar a avaliar o comportamento das argamassas em diferentes circunstâncias.

Segundo Manual do Revestimento da ABCP (2002), as propriedades das argamassas devem ser compatíveis com a forma de aplicação, a natureza do substrato, as condições climáticas do local, assim como ser compatível com o sistema de acabamento proposto.

O quadro 7 a seguir apresenta as principais características para o estado fresco e endurecido.

Quadro 7 - Propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido

Estado fresco	Estado endurecido
Massa específica e teor de ar	Aderência
Trabalhabilidade	Capacidade de absorver deformações
Retenção de água	Resistência mecânica
Aderência inicial	Resistência ao desgaste
Retração na secagem	Durabilidade

Fonte: BAIA E SABBATINI, pg. 15 (2008) - adaptado

2.5.1 Estado Fresco

O estado fresco das argamassas é o período entre sua produção e a sua aplicação no substrato. As propriedades no estado fresco interferem diretamente no resultado final do revestimento, caso detectado algum problemas nas propriedades do estado fresco pode-se alterar a dosagem da argamassa, por exemplo, evitando problemas futuros.

2.5.1.1 Massa específica e teor de ar incorporado

A massa específica do material pode ser absoluta ou relativa. O valor da massa específica é obtido pela relação da massa pelo volume do material, sendo que para cálculo da massa absoluta não são considerados os vazios do material, já na específica relativa também denominada unitária os vazios são considerados no cálculo (BAIA E SABBATINI, 2008).

Ainda segundo os autores, o teor de ar incorporado é o quanto de ar existe em determinado volume de amostra do material. Ao aumentar o teor de ar de uma argamassa consequentemente a massa específica da mesma diminui, o que pode ser bom até certo ponto, depois este aumento pode causar perda de resistência mecânica e aderência da argamassa.

Segundo Carasek (2007), a massa específica e o teor de ar incorporado são responsáveis por melhorar a trabalhabilidade das argamassas, ou seja, quanto maior o teor de ar incorporado menor a massa específica da argamassa. Com a massa específica menor é mais fácil de se trabalhar com a argamassa pois reduz o esforço do operário, e em grandes espaços de tempo gera mais produtividade.

2.5.1.2 Trabalhabilidade

Segundo os autores Baia e Sabbatini (2008), a trabalhabilidade das argamassas pode ser definida como:

A trabalhabilidade é uma propriedade de avaliação qualitativa. Uma argamassa para revestimentos é considerada trabalhável quando:

- Deixa penetrar facilmente a colher de pedreiro sem ser fluida;
- Mantem-se coesa ao ser transportada, mas não adere á colher ao ser lançada;
- Distribui-se facilmente e preenche todas as reentrâncias da base;
- Não endurece rapidamente quando aplicada (BAIA E SABBATINI, 2008, pg 16)

Carasek (2007) completa a ideia afirmando que a trabalhabilidade garante tanto uma boa execução do revestimento quanto um bom desempenho do mesmo. Ainda segundo a autora a trabalhabilidade deve ser ajustada ao modo que a argamassa será aplicada. Este ajuste é de grande importância já que algumas

propriedades no estado endurecido dependem da aplicação da argamassa com boa trabalhabilidade no estado fresco, uma destas propriedades é a aderência.

2.5.1.3 Retenção de água

A retenção de água é a propriedade das argamassas de conter a perda de água para a superfície de aplicação e para o ambiente. Uma argamassa com boa retenção de água retarda o endurecimento da mesma, o que é de suma importância em questões de aderência, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica entre outros. Os principais fatores que influenciam na retenção de água são os tipos de materiais utilizados e a dosagem de cada um deles. Esta propriedade pode ser melhorada com a adição de cal ou de outros aditivos (BAIA E SABBATINI, 2008).

2.5.1.4 Aderência inicial

Segundo Baia e Sabbatini (2008), a aderência inicial da argamassa é a capacidade que a mesma possui de se grudar ao substrato de aplicação. Esta união é feita quando a pasta de cimento ou aglomerante da argamassa entra nos poros, reentrâncias e saliências do substrato e então ocorre o endurecimento da mesma.

Ainda segundo os autores, a aderência inicial depende das demais propriedades das argamassas no estado fresco, além de características da base de aplicação tais como: a porosidade, as condições de limpeza, rugosidade e umidade.

Segundo Carasek(2007), a aderência inicial:

Ela está diretamente relacionada com as características reológicas da pasta aglomerante, especificamente a sua tensão superficial. A redução da tensão superficial da pasta favorece a “molhagem” do substrato, reduzindo o ângulo de contato entre as superfícies e implementando a adesão. Esse fenômeno propicia um maior contato físico da pasta com os grãos de agregado e também com a base, melhorando, assim, a adesão.

A tensão superficial da pasta ou argamassa pode ser modificada pela alteração de sua composição, sendo ela função inversa do teor de cimento. A adição de cal á argamassa também diminui a sua tensão superficial, contribuindo para molhar de maneira mais efetiva a superfície dos agregados e do substrato. Efeitos semelhantes propiciam também os aditivos incorporadores de ar e retentores de água... (CARASEK, 2007, pg. 883).

2.5.1.5 Retração na secagem

De acordo com Carasek (2007), é um processo que está ligado a variação de volume da pasta das argamassas. A retração na secagem tem papel importante tanto na estanqueidade quanto na durabilidade das argamassas.

Baia e Sabbatini (2008) complementam a ideia de Carasek (2007) afirmando que a retração ocorre também “pelas ações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes”. Ainda segundo os autores a retração na secagem pode causar fissuras que por sua vez podem ou não ser prejudiciais. As fissuras só são prejudiciais quando permitem a infiltração de água no revestimento já endurecido.

Os fatores que influenciam essa propriedade são: as características e o proporcionamento dos materiais constituintes da argamassa; a espessura e o intervalo de aplicações das camadas; o respeito ao tempo de sarrafeamento e desempenho (BAIA E SABBATINI, 2008, pg. 19).

A ideia dos autores é completada por Carasek (2007) que afirma que a secagem de forma muito rápida da argamassa depois de aplicada pode gerar fissuras. Isso acontece pois não dá tempo da argamassa atingir a resistência tração mínima que evite fissuras oriundas das tensões internas. A secagem rápida pode se dar pelo clima onde a argamassa está sendo aplicada, ou pela alta absorvidade do substrato.

2.5.2 Estado Endurecido

De acordo com Trevisol (2015), as argamassas no estado endurecido possuem propriedades que podem ser avaliadas diretamente em corpos de prova e outras que devem ser avaliadas ligando estas argamassas a um substrato.

2.5.2.1 Aderência

A aderência é a propriedade das argamassas que representa a resistência e a extensão do contato entre a argamassa e o substrato. Sendo assim a aderência deve ser estudada levando-se em conta tanto as características das argamassas quanto do substrato onde são aplicadas (CARASEK, 2007).

Segundo Recena (2008) temos que:

A resistência de aderência deve ser entendida como o resultado do comportamento de um sistema, dependendo tanto das características da argamassa como das características do substrato de aplicação. A eficiência da aplicação, sempre relacionada com o fator humano, por vezes torna-se a variável mais importante no processo. Outros aspectos tais como a temperatura do ar, sua velocidade e sua umidade podem determinar que mesmos materiais acabem por definir sistemas de revestimento com desempenhos em muito diferenciados(RECENA, 2008, pg. 48).

A medição de aderência esta prevista na norma NBR 13749-2013, onde esta expresso o uso de dois testes para que seja avaliada a aderência. O primeiro, trata-se de um teste de percussão onde se bate com um instrumento rígido na parede, observando se a mesma apresenta som cavo, se isso ocorrer deve-se refazer o revestimento. O outro teste é por meio de maquinas, fazendo um ensaio de resistência a tração.

Os ensaios realizados em obra, para a determinação da aderência são normatizados pela NBR 15523(2013), enquanto os ensaios realizados em laboratório são normatizados pela NBR 15528(2005).

2.5.2.2 Capacidade de absorver deformações

A capacidade de absorver fissuras é a propriedade que as argamassas devem para dissipar pequenos esforços, oriundos da camada de base sem apresentar fissuras, que possam comprometer a estanqueidade e a durabilidade das argamassas. As deformações podem ser grandes ou pequenas. Cabe ao revestimento dissipar somente as deformações menores, que são originadas por causa da umidade ou variação da temperatura. As deformações de grande amplitude como, por exemplo, as oriundas de recalques da estrutura não são absorvidas pelo revestimento (BAIA E SABBATINI, 2008).

A absorvidade de deformações segundo Baia e Sabbatini(2008) depende:

A) Do modulo de deformação da argamassa: a capacidade de absorver deformação aumenta, quando modulo diminui (menor consumo de cimento).

B) Da espessura das camadas: a capacidade de absorver esforços aumenta conforme aumenta a espessura das camadas. Mas o aumento deve ser controlado para não afetar outras propriedades como a aderência.

C) Das juntas de trabalho do revestimento: nas juntas de trabalho ocorre a divisão do revestimento em placas menores que por sua vez dissipam mais facilmente as tensões

D) Da técnica de execução: na parte de execução, o desempenho de forma correta e na hora certa faz com que o surgimento de fissuras diminua.

2.5.2.3 Resistência mecânica

A resistência mecânica das argamassas é a capacidade que as argamassas têm de resistir a esforços físicos externos tais como abrasão superficial, impacto e a contração termoigroscópica. Esta propriedade está relacionada aos agregados e aos aglomerantes da argamassa, sendo que quanto maior for a quantidade de aglomerante mais resistência tem a argamassa. Além disso, a execução também interfere (BAIA E SABBATINI, 2008).

2.5.2.4 Permeabilidade

A permeabilidade é a propriedade das argamassas que está ligada à passagem de água. A argamassa por ser um material bastante poroso permite a passagem de água tanto no estado líquido quanto no estado gasoso. O revestimento deve ser impermeável impedindo a percolação de água, mas ao mesmo tempo deve permitir a “circulação do vapor”. Os principais fatores que influenciam para uma parede impermeável são: as características da base, a composição e dosagem da argamassa, a execução do revestimento, e a espessura da camada de revestimento (BAIA E SABBATINI, 2008).

Carasek(2007), complementa a ideia dos autores acima e afirma que a permeabilidade é uma das principais propriedades das argamassas de revestimento de fachada. Segundo o autor se não for bem executado o revestimento pode causar danos tanto, na estética quanto na estrutura do imóvel, além de problemas de higiene e saúde das pessoas que frequentam o mesmo.

2.5.2.5 Durabilidade

De acordo com Recena (2015):

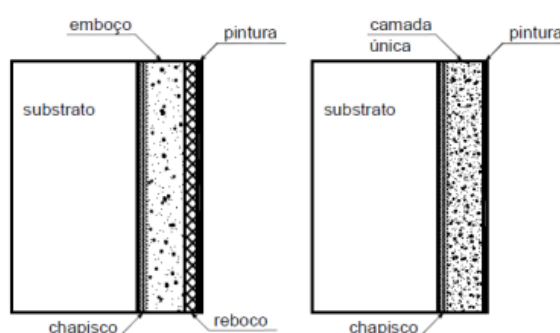
A durabilidade de uma argamassa é um conceito que pode ser entendido de uma forma mais simples como sendo a capacidade de uma argamassa em manter sua estabilidade química e física ao longo do tempo em condições normais de exposição a um determinado ambiente, desde que submetida a esforços que foram considerados em seu projeto sem deixar de cumprir as funções para as quais foi projetada (RECENA, 2008, pg. 39).

Baia e Sabbatini(2008) complementam a ideia, citando alguns fatores que influenciam na durabilidade do revestimento entre eles estão : a fissuração, a espessura da camada de revestimento, a ação de microrganismos, a boa qualidade da argamassa e os reparos.

2.6 Camadas

O sistema de revestimento pode ser formado por varias camadas como na figura 1, cada uma delas com características e funções diferentes (CARASEK, 2007).

Figura 1 - Camadas de revestimento



Fonte: Carasek, pg. 870 (2007).

2.6.1 Chapisco

Segundo Carasek(2007), o chapisco é uma camada aplicada sobre a base de forma grosseira com o objetivo de melhorar a aderência e homogeneizar suas características de absorção. A NBR 13529:2013 define chapisco como “Camada de

preparo da base, aplicada de forma continua e descontinua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto á absorção e melhorar a aderência do revestimento”.

O chapisco é aplicado sobre alvenaria e peças estruturais antes do emboço. A massa do chapisco é composta por cimento e areia podendo ou não conter aditivos. A aplicação do chapisco pode ser feita com colher de pedreiro ou com rolo (chapisco rolado). No caso da aplicação feita com rolo, se faz necessário adicionar resina sintética para aumentar a liga da mistura. O principal uso do chapisco se da em estruturas de concreto, devido à baixa aderência do material (GEHBAUER, 2002).

Ambrozewicz (2015) define o chapisco como sendo um revestimento rústico de argamassa com traço entre 1:2 e 1:3(cimento: areia grossa). Segundo o autor a aplicação de chapisco em tetos e paredes independentemente do material, devem ser feitas com a base de aplicação previamente umedecida. Para a aplicação em teto recomenda-se a adição de adesivo para argamassa, para garantir melhor aderência. Ainda segundo o autor a cura do chapisco demora 24 horas, podendo-se então aplicar a camada de emboço. O chapisco também pode ser utilizado como acabamento rustico em áreas externas.

O chapisco tem como principais requisitos a aderência, a durabilidade e a resistência. O principal requisito, a aderência é obtida pela alta porcentagem de cimento no traço da mistura. Além de conferir resistência o alto teor de cimento favorece a aderência, pois a s partículas finas do cimento penetram mais facilmente pelos poros da base (Módulo 7 do DTC, 1997).

2.6.2 Emboço

O emboço é uma mistura homogênea de cimento, cal e areia, em suas devidas proporções calculada, de acordo com a superfície de aplicação. É considerado o corpo do revestimento e tem como principais funções: a vedação e a regularização da base, e a proteção da edificação contra ação de agentes agressivos (AMBROZEWICZ ,2015).

De acordo com a NBR 13529(ABNT,2013) o emboço é caracterizado como “Camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final”.

2.6.3 Reboco

O reboco é a ultima camada de revestimento de argamassa, que serve de base para a pintura, devendo o mesmo possuir um bom acabamento com superfície lisa, regular e com pouca porosidade (AZEREDO,1987).

De acordo com a NBR 13529(2013) o reboco é caracterizado como “Camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final. ””

Conforme Ambrozewicz (2015), o reboco é uma argamassa mista de cimento areia e cal, podendo ou não conter algum tipo de aditivo, que é dosada conforme a superfície em que será aplicada. A aplicação do reboco deve ser feita somente após a colocação de todas as instalações elétricas e hidráulicas, e antes da colocação de rodapés e guarnições. A superfície que vai receber o reboco deve estar limpa e umedecida. A espessura da camada de reboco fica entre 2 e 5 mm.

2.6.4 Massa única

O reboco de massa única, conhecido também como reboco paulista, segundo Carasek (2007) é a alternativa mais utilizada no Brasil. O reboco de massa única consiste na aplicação direta da argamassa sobre o substrato. Esta camada é desempenada e filtrada e recebe a pintura.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados para realização do estudo, juntamente com os ensaios realizados para determinar as propriedades das argamassas e consequentemente realizar o comparativo entre as mesmas.

3.1 Materiais

A escolha dos materiais utilizados no trabalho deu-se pela disponibilidade dos mesmos, não sendo analisado nenhum fornecedor em específico. As argamassas industrializadas e as estabilizadas foram escolhidas por sua oferta na cidade de Lajeado, enquanto as argamassas preparadas em obra foram definidas por uma pesquisa feita junto a construtoras da cidade, onde se questionou o traço mais usado pelas mesmas.

Foram ensaiados seis tipos de argamassas para revestimento, sendo duas delas argamassas industrializadas, duas estabilizadas de 72h e duas preparadas em betoneira.

Para melhor compreensão dos ensaios e seus resultados adotou-se a seguinte denominação para as argamassas:

- a) Argamassa estabilizada 1 = AE1
- b) Argamassa estabilizada 2 = AE2
- c) Argamassa industrializada fornecida em sacos 1 = AI1
- d) Argamassa industrializada fornecida em sacos 2 = AI2

- e) Argamassa produzida em obra 1 = AO1
- f) Argamassa produzida em obra 2 = AO2

3.1.1 Argamassas estabilizadas

As argamassas estabilizadas foram adquiridas juntamente a duas empresas fornecedoras deste tipo de argamassa na cidade de Lajeado, e definidas como AE1 e AE2. Ambas as argamassas são do tipo mista, sendo assim utilizadas como massa única. Segundo os dois fornecedores este é o traço mais procurado e pode ser utilizado também para o assentamento de alvenaria.

Os fornecedores não informaram os traços utilizados para dosagem das argamassas, informando somente sua composição. Tanto a argamassas AE1 quanto a argamassa AE2 são compostas por: areia média, areia fina, cimento, cal e aditivos.

Ambos os fornecedores aconselham que ao final da cada dia a argamassa seja coberta por uma lamina de água de 1 a 2 centímetros para que a mesma não endureça superficialmente. No dia seguinte é recomendado que seja retirado o excesso de água e que o restante que não pode ser retirado, seja misturado uniformemente na argamassa. Ambas as argamassas podem ser utilizadas até 72 horas após seu preparo.

3.1.2 Argamassas industrializadas

As argamassas industrializadas foram escolhidas devido a sua disponibilidade no mercado, na cidade de Lajeado. As mesmas foram definidas como sendo AI1 e AI2. Estes tipos de argamassa são utilizados principalmente em reformas e pequenas obras, sendo que para obras maiores normalmente argamassas industrializadas são trazidas de fora.

Ambas as argamassas são multiuso, podendo ser utilizadas tanto para revestimento de tetos e paredes, quanto no assentamento de blocos de concreto e alvenaria. Ambos os fabricantes aconselham que este tipo de argamassas seja utilizada em camada única, de espessura entre 1,5 e 3,5 cm, e que se coloque apenas a quantidade de água indicada na embalagem.

A composição das argamassas industrializadas assim como a das estabilizadas refere-se somente aos materiais constituintes, sem que haja informações sobre a dosagem de cada um. A argamassa AI1 possui em sua composição: cal, cimento, agregados e aditivos especiais. A argamassa AI2 por sua vez é composta por: cimento Portland, agregados minerais com granulometria controlada e aditivos químicos. A água utilizada na mistura de ambas as argamassas foi a indicada pelos fornecedores, sendo o valor indicado de até 3,1litros/saco de 20Kg.

Os únicos ensaios realizados para este tipo de argamassa foram os de massa específica. Os resultados são apresentados na tabela 1 a seguir, juntamente com a relação água/ argamassa anidra.

Tabela 1 - Propriedades das argamassas industrializadas

Argamassa AI 1	Norma	Valor
Massa Específica	NBR NM 23 (ABNT, 2001)	2790 kg/m ³
Rel. água/argamassa	-	0,155 l/kg
Argamassa AI 2	Norma	Valor
Massa Específica	NBR NM 23 (ABNT, 2001)	2739 kg/m ³
Rel. água/argamassa	-	0,155 l/kg

Fonte: Do Autor.

3.1.3 Argamassas preparadas em obra

Os dois traços de argamassas preparadas em obra foram definido por meio de consulta a construtoras, onde buscou-se saber qual era o traço de argamassa utilizado pelas mesmas para a execução de revestimento externo. Vale salientar que foram coletados dados junto a 12 construtoras de pequeno e médio porte, sendo que o traço apresentado pode não ser o traço utilizado na cidade de lajeado tendo em vista o baixo numero de amostras analisadas, mas para este trabalho tratou-se o valor encontrado junto a estas construtoras como verdadeiro.

Verificou-se que não havia grandes diferenças em relação aos traços utilizados, sendo que o mais usual foi o traço de 1:1,5:6, cimento, cal e areia

respectivamente. O que variava era o tipo de cal utilizado, enquanto alguns utilizavam a cal hidratada CH-II, indicado para argamassas de revestimento, outros utilizavam a cal hidráulica, que não é indicado para revestimento pois possui CaO que não desaparece completamente em sua produção e que ao extinguir-se dá origem a expansões. Neste tipo de argamassa a água foi dosada de forma empírica, sendo que se buscou atingir a mesma consistência na aplicação que possuíam as argamassas industrializadas. Para isso a argamassa era aplicada em uma parede com o auxílio de uma colher de pedreiro, sendo que a argamassa não deveria estar dura a ponto de não se espalhar na parede, mas também não poderia estar mole a ponto de escorrer. Buscou-se uma consistência em que a argamassa se espalhasse na parede, mas não escorresse nem caísse.

Os traços utilizados para dosagem das argamassas estão descritos na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Traço em volume e em massa das argamassas preparadas em obra

Argamassas	Traço	Dosagem Volume			Dosagem Peso (kg)			a/c (kg)
		Cimento	Cal	Areia	Cimento	Cal	Areia	
AO1 (cal hidráulica)	1:1.5:6	1	1,5	6	0,96	0,88	8,91	1,51
AO2 (cal hidratada)	1:1.5:6	1	1,5	6	0,96	0,95	8,91	1,28

Fonte: Do Autor.

3.1.3.1 Cimento

O cimento utilizado para a fabricação das argamassas AB 1 e AB 2 foi o cimento CP IV-32. A utilização do mesmo é devido à facilidade com que é encontrado na região do estudo. As propriedades analisadas para o cimento foram somente a massa específica e a massa unitária, apresentadas na tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Propriedades do cimento

Propriedades	Norma	Valor (Kg/m³)
Massa Específica	NBR NM 23 (ABNT, 2001)	2729
Massa Unitária	NBR NM 45 (ABNT, 2006)	968

Fonte: Do Autor.

3.1.3.2 Cal

No presente trabalho foram utilizadas dois tipos de cais, devido a pesquisa realizada junto a construtoras da cidade de Lajeado. Os ensaios realizados para os dois tipos de cais foram os mesmo que para o cimento, massa específica e unitária (TABELAS 4 e 5).

Tabela 4 - Propriedade da cal hidráulica

Propriedades	Norma	Valor (Kg/m³)
Massa Específica	NBR NM 23 (ABNT, 2001)	2096
Massa Unitária	NBR NM 45 (ABNT, 2006)	587

Fonte: Do Autor.

Tabela 5 - Propriedades da cal hidratada

Propriedades	Norma	Valor(Kg/m³)
Massa Específica	NBR NM 23 (ABNT, 2001)	2234
Massa Unitária	NBR NM 45 (ABNT, 2006)	634

Fonte: Do Autor.

3.1.3.3 Areia

A areia utilizada na elaboração dos traços de argamassas preparadas em obra foi disponibilizada pela Univates, sendo que a mesma foi seca antes da realização dos ensaios para não interferir na relação água/cimento.

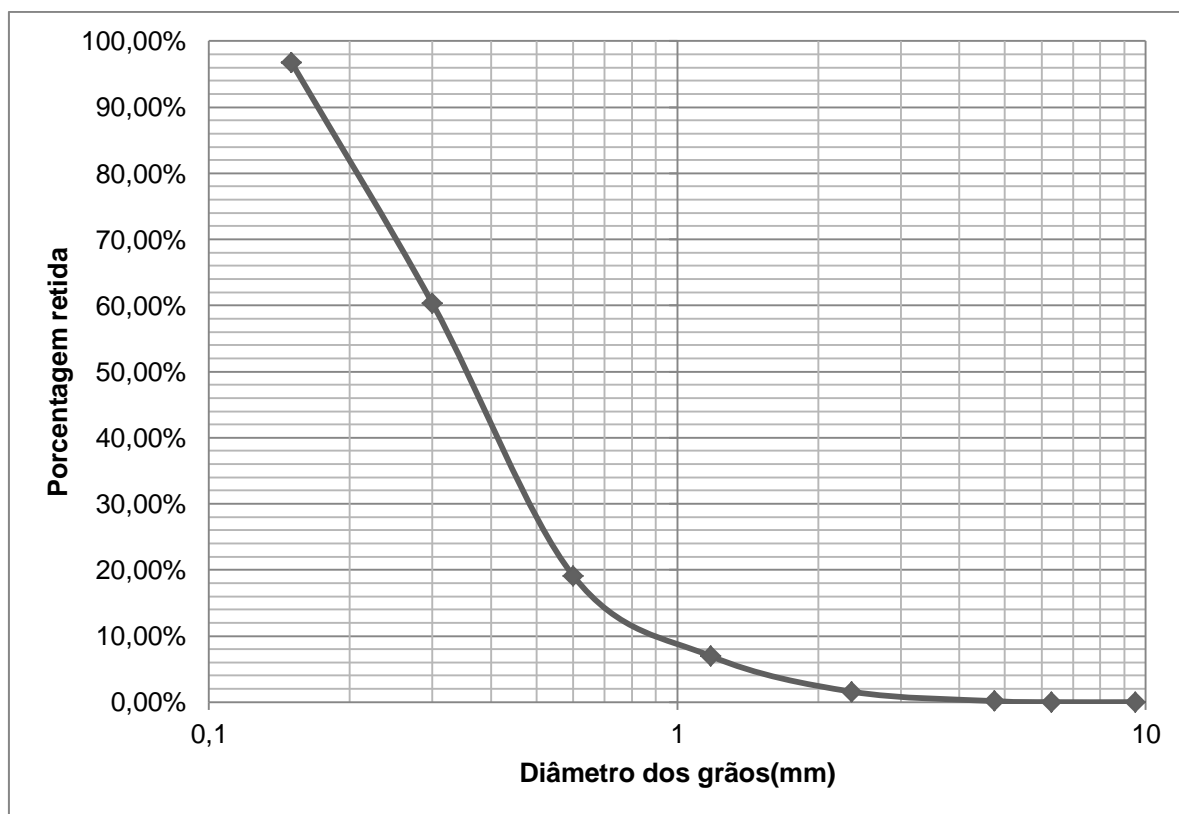
As propriedades da areia analisadas para este estudo foram a granulometria, a massa específica e a massa unitária (QUADRO 8, GRAFICO 1 e TABELA 6).

Quadro 8 - Granulometria da areia

Peneira	Peso Retido	Porcentagem Retida	Retida Acumulada
(mm)	(g)	(%)	(%)
9,5	0	0	0
6,3	0	0	0
4,75	1,55	0,155	0,155
2,36	14,2	1,42	1,575
1,18	53,7	5,37	6,945
0,6	121,4	12,14	19,085
0,3	412,3	41,23	60,315
0,15	364,5	36,45	96,765
Fundo	31,75	3,175	100
Total	999,4	100	184,84
Diâmetro máximo (mm)			2,36
Módulo de finura			1,85

Fonte: Do Autor.

Gráfico 1 - Curva granulométrica da areia



Fonte: Do Autor.

Tabela 6 - Propriedades da areia

Propriedades	Norma	Valor (Kg/m³)
Massa Específica	NBR NM 52 (ABNT, 2009)	2688
Massa Unitária	NBR NM 45 (ABNT, 2006)	1485

Fonte: Do Autor.

3.1.3.4 Água

Em todos os procedimentos e experimentos do trabalho foi utilizada a água fornecida pela rede de distribuição da Corsan de Lajeado. Não foram realizados nenhum teste referente à água.

3.1.4 Chapisco

Para o presente trabalho utilizou-se chapisco manual. O traço utilizado foi de 1:3, cimento e areia respectivamente, sendo o índice de consistência de 385 mm e a relação água cimento de 1,47. Não foram realizados testes do chapisco no estado endurecido.

3.1.5 Bases de aplicação em bloco cerâmico

Para o ensaio de resistência potencial de aderência, os blocos cerâmicos utilizados foram adquiridos na cidade de Lajeado. A dimensão dos blocos é de 14x20x9 cm, cada painel possui 6 blocos ficando assim com as dimensões de 29x62x9cm. Os blocos cerâmicos receberam a aplicação de chapisco manual (FIGURA 2).

O único ensaio realizado para os blocos cerâmicos foi o de absorção de água, com resultado 16,5%, o que condiz com o estabelecido na NBR 15270 (ABNT, 2005), que estipula valores entre 8 e 22 % para absorção.

Figura 2 - Bloco cerâmico e painéis executados



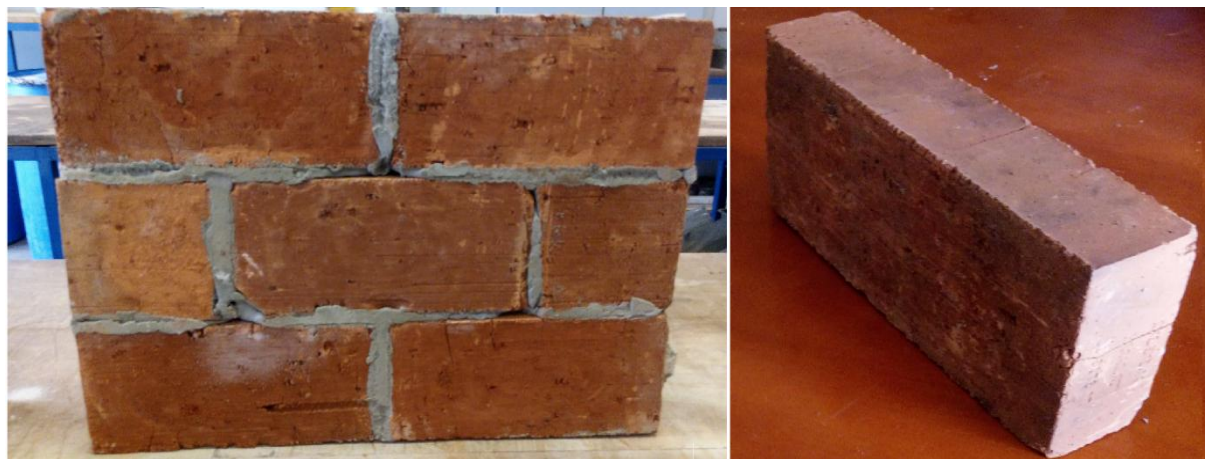
Fonte: Do Autor.

3.1.6 Bases de aplicação em tijolo maciço

Para o ensaio de resistência potencial de aderência os tijolos maciços utilizados foram adquiridos na cidade de Lajeado. A dimensão dos tijolos é de 11,5x24,5x5,5 cm, cada painel possui 6 blocos ficando assim com as dimensões de 50,5x36,6x9cm. Os tijolos maciços não receberam a aplicação de chapisco (FIGURA 3).

O único ensaio realizado para os tijolos maciços foi o de absorção de água que teve como resultado 18,7%, respeitando o estabelecido pela NBR 15270 (ABNT, 2005), que estipula valores entre 8 e 22 % para absorção.

Figura 3 - Tijolo maciço e painéis executados



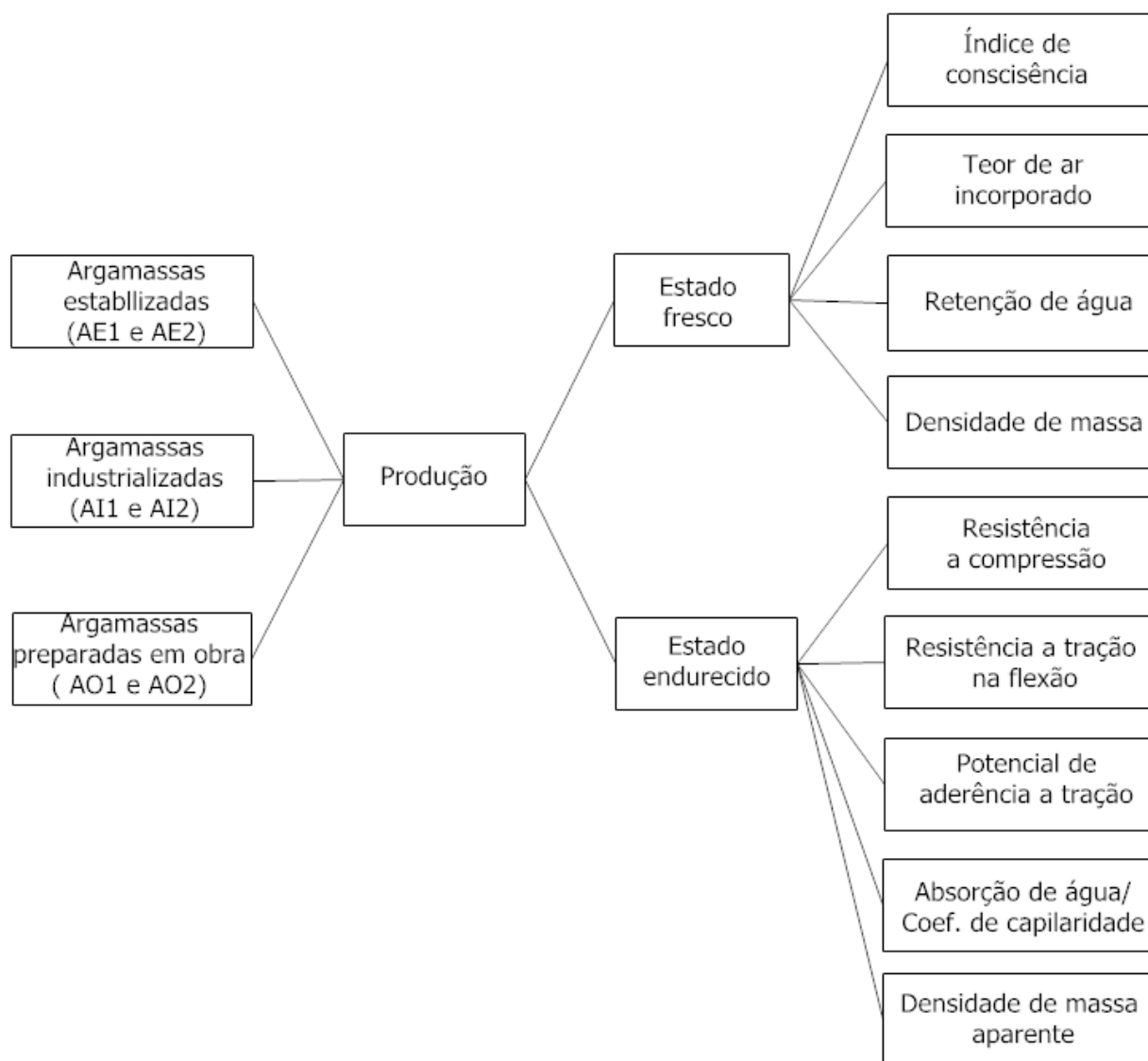
Fonte: Do Autor.

3.2 Métodos

Para o comparativo das argamassas foram realizados series de ensaios tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, tendo por objetivo determinar quais as argamassas possuem melhores propriedades.

Na figura 4 pode-se ver os ensaios realizados tanto no estado fresco quanto no estado endurecido.

Figura 4 - Fluxograma com as etapas dos ensaios realizados



Fonte: Do Autor.

Todos os ensaios realizados foram feitos seguindo o que determinam as normas. As normas utilizadas para cada ensaio estão descritas na tabela 7 a seguir.

Tabela 7 - Ensaio realizados e normas correspondentes

Estado fresco	
Ensaio	Normalização
Índice de consistência	NBR 13276 (ABNT, 2005)
Teor de ar incorporado	NBR 13278 (ABNT, 2005)
Retenção de água	NBR 13277 (ABNT, 2005)
Densidade de massa	NBR 13278 (ABNT, 2005)
Estado endurecido	
Ensaio	Normalização
Densidade de massa aparente no estado endurecido	NBR 13280 (ABNT, 2005)
Resistência à tração na flexão	NBR 13279 (ABNT, 2005)
Resistência à compressão	NBR 13278 (ABNT, 2005)
Absorção de água por capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005)
Coeficiente de capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005)
Resistência potencial de aderência à tração	NBR 13528 (ABNT, 2010)

Fonte: Do Autor.

3.2.1 Índice de consistência

O ensaio do índice de consistência é realizado colocando uma amostra de argamassa dentro de um cilindro cônico, em três camadas aplicando 15, 10 e 5 golpes. O cilindro deve estar sobre mesa de adensamento (FIGURA 5). Ao retirar o cilindro a mesa deve aplicar 30 golpes.

Ao término dos trinta golpes, com auxílio de um paquímetro afere-se três medidas de diâmetro da argamassa espalhada. O resultado do índice de consistência é a média dos três valores. Para determinar os resultados foram realizados três ensaios em cada argamassa.

Este ensaio demonstra se a argamassa possui maior ou menor facilidade em resistir a esforços na aplicação. Na prática, quanto maior for o índice de consistência, melhor será seu espalhamento sobre o substrato quando aplicada.

Figura 5 - Mesa de queda

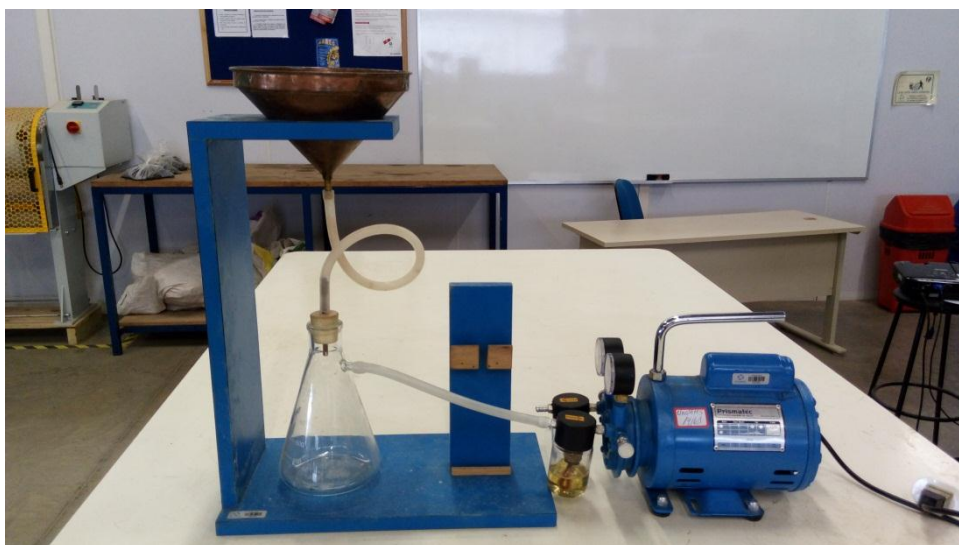


Fonte: Do Autor.

3.2.2 Retenção de água

A retenção de água pelas argamassas no estado fresco foi determinada pelos parâmetros descritos na NBR 13277 (ABNT, 2005). O ensaio é realizado utilizando um funil acoplado a uma bomba a vácuo (PRISMATEC – 0,5 cv, 1720 rpm e 010kW), como pode ser visto na figura 6.

Figura 6 - Ensaio de retenção de água



Fonte: Do Autor.

As amostras de argamassa são colocadas sobre o funil, ligado a um compressor. Aciona-se o compressor e a argamassa é deixada sobre o funil por 15 minutos, toma-se nota do peso do funil vazio e depois dele cheio antes e depois do processo de sucção.

O cálculo de retenção de água mostra qual tipo de argamassa tem maior capacidade de reter água, condição essa que melhora, por exemplo, a aderência ao substrato. Os valores de retenção são obtidos através da equação 1 a seguir:

$$R_a = \left[1 - \frac{(Ma - Ms)}{AF(Ma - Mv)} \right] \times 100$$

$$AF = \frac{M_w}{M + M_w}$$

(Eq. 1)

Onde:

Ma = é a massa do conjunto com argamassa, em gramas;

Ms = é a massa do conjunto após a sucção, em gramas;

Mv = é a massa do conjunto vazio, em gramas;

Ma = é a massa do conjunto com argamassa, em gramas;

AF = é o fator água/argamassa fresca;

Mw = massa total de água acrescentada a mistura;

M = é a massa de argamassa industrializada ou a soma das massas dos componentes anidros, no caso de argamassa de obra;

3.2.3 Teor de ar incorporado

A NBR 13278(ABNT,2005) determina do teor de ar incorporado para argamassas no estado fresco. Os valores são obtidos são obtidos através das equações 2, 3 e 4 apresentadas na sequencia..

$$AI = 100X \left(1 - \frac{A}{B} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

A = valor da densidade de massa;

B = densidade de massa teórica da argamassa sem vazios;

Para argamassas industrializadas:

$$B = \frac{Ms + M \text{ água}}{\frac{MS}{\gamma_s} + M \text{ água}} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

Ms = massa de argamassa anidra;

M água = massa de água que compõe a argamassa fresca;

γ_s = densidade da argamassa anidra;

Para argamassas preparadas em obra:

$$B = \frac{\sum Mi}{\sum \frac{Mi}{\gamma_i}} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

ΣM_i = massa seca de cada componente da argamassa, inclusive a massa da água;

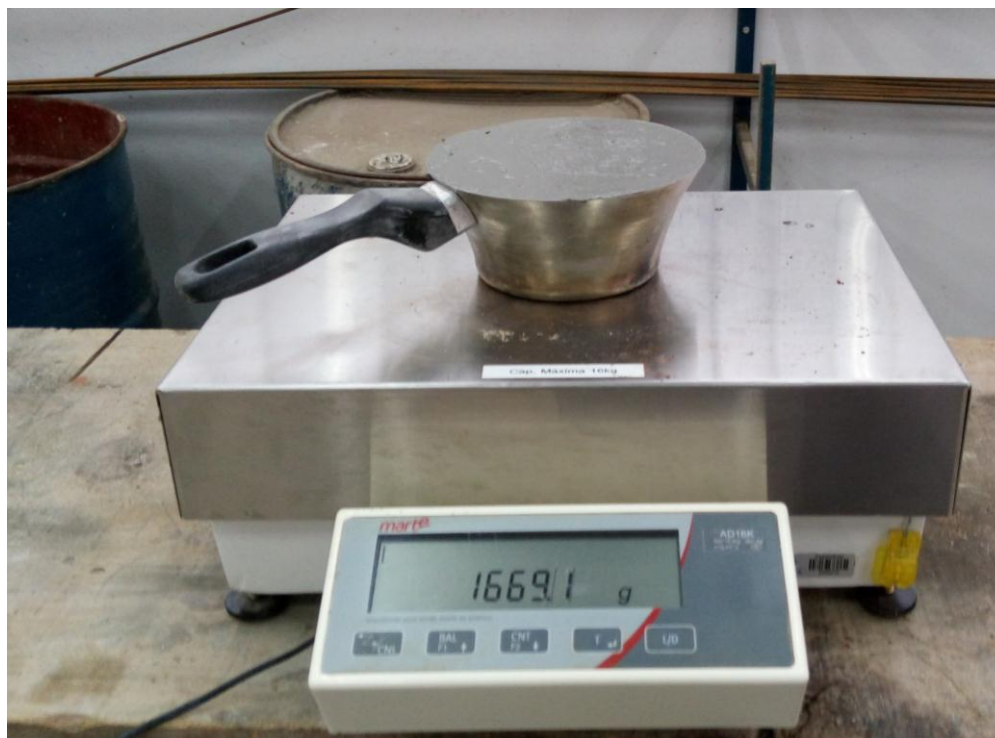
γ_i = densidade de massa de cada componente da argamassa;

3.2.4 Densidade de massa no estado fresco;

A densidade no estado fresco afeta principalmente a trabalhabilidade da argamassa pois quanto mais leve melhor de ser trabalhar. A densidade de massa das argamassas foi obtida seguindo o que estabelece a NBR 13278(ABNT,2005).

O ensaio de densidade de massa no estado fresco consiste em colocar a argamassa em um recipiente de volume conhecido (FIGURA 7), em três camadas, cada uma recebendo 20 golpes ao longo do perímetro. Estando o recipiente todo preenchido, faz-se o arrasamento da argamassa na superfície e pesa-se o mesmo.

Figura 7 - Ensaio de densidade no estado fresco



Fonte: Do Autor.

A densidade foi obtida da média dos valores de três ensaios e é calculada utilizando a equação 4.

$$D = \frac{M_c - M_v}{V_r} \times 1000$$

(Eq. 4)

Onde:

M_c = massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaios

M_v = massa do recipiente cilíndrico vazio, em gramas;

V_r = o volume do recipiente cilíndrico, em cm^3 .

3.2.5 Densidade de massa aparente no estado endurecido

A densidade de massa aparente no estado endurecido foi determinada conforme a NBR 13280 (ABNT, 2005), que especifica os métodos de ensaio. O ensaio consiste em moldar três corpos de prova de dimensões 4x4x16cm de acordo com a NBR 15259(2005) e deixa-los secar por 28 dias. Ao final deste período é feita a pesagem dos mesmos e então obtida a densidade pela divisão da massa pelo volume de cada corpo de prova.

3.2.6 Resistência à compressão e Resistência à tração na flexão

Os valores de resistência à compressão e resistência à tração foram obtidos conforme define a NBR 13279(ABNT, 2005). Neste ensaio foram moldados corpos de prova prismáticos com medidas de 4x4x16 cm. Os moldes são colocados sobre uma mesa de adensamento e são preenchidos em duas etapas, cada uma recebendo 30 golpes.

Depois de preenchidos os corpos de prova é feito o emparelhamento da superfície. Os corpos secam por 48 horas dentro dos moldes. Após este período os corpos são desmoldados e esperam mais 26 dias (totalizando 28 dias) até serem rompidos, como mostra a figura 8.

Neste ensaio pode-se observar se a argamassa é muito flácida ou muito rígida, aspectos que podem ser prejudiciais ao sistema de revestimento.

Figura 8 - Ensaio de resistência à compressão e resistência à flexão



Fonte: Do Autor

3.2.7 Resistência potencial de aderência à tração

Os resultados de resistência potencial de aderência à tração foram obtidos através de ensaios realizados conforme a NBR 13528(ABNT, 2005). Segundo a mesma, o ensaio é realizado para analisar a aderência do revestimento e pode ser realizado tanto em alvenaria quanto em concreto.

Como visto anteriormente este estudo irá avaliar a resistência à tração somente em alvenaria, não realizando com isso ensaios em concreto, tanto estrutural quanto em blocos.

A primeira etapa para a realização do ensaio de arrancamento é a preparação dos substratos (painéis) onde serão aplicadas as argamassas. No caso deste trabalho foram construídos 6 painéis em tijolo maciço, os quais não receberam aplicação de chapisco e 6 painéis em bloco cerâmico, estes receberam chapisco manual.

A NBR 13528(ABNT, 2005) atenta que a forma de lançamento da argamassa sobre os substratos é de fundamental importância para um bom resultado final. Quanto mais homogêneo for a força de aplicação melhor será o resultado.

Visando aplicar a argamassa com a mesma força em todos os painéis, as argamassas foram aplicadas com o auxílio de uma mesa de queda, apresentada na figura 9. Nesta mesa pode-se regular a altura de queda em 1 metro e assim aplicar com a mesma força para todos os traços de argamassas nos diferentes substratos. A espessura do revestimento aplicado foi de 20mm.

Figura 9 - Mesa de queda de argamassa



Fonte: Do Autor.

Após a aplicação da argamassa nos painéis espera-se 28 dias para que seja realizado o ensaio de aderência à tração. Para a realização do mesmo cada placa recebe doze cortes circulares afastados entre si e das extremidades em 5 cm. Estes cortes são feitos na argamassa com uma serra copo até atingirem o substrato. Posteriormente são coladas placas metálicas sobre os cortes e realizado o ensaio.

O ensaio consiste basicamente em aplicar uma carga de tração nas placas metálicas, para saber qual a força necessária para que haja o desprendimento da argamassa. Feito o arranchamento, a norma determina que seja analisada a umidade da argamassa e também o tipo de rompimento.

Figura 10 - Aparelho utilizado para aplicar carga de tração

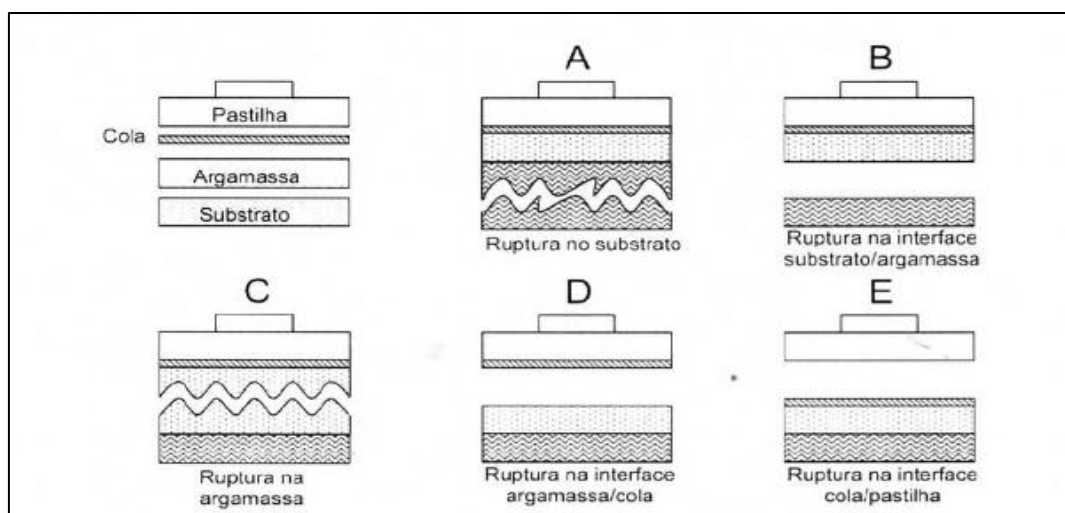


Fonte: Do Autor.

Conforme colocado na A NBR 13528(ABNT, 2005), os valores de resistência de aderência são determinados quando ocorrer o rompimento na interface chapisco/ substrato e chapisco/ argamassa, para bases com aplicação de chapisco e na interface argamassa/ substrato quando a base não recebe chapisco. Nas outras formas de ruptura segundo a normativa não é de fato determinada a resistência.

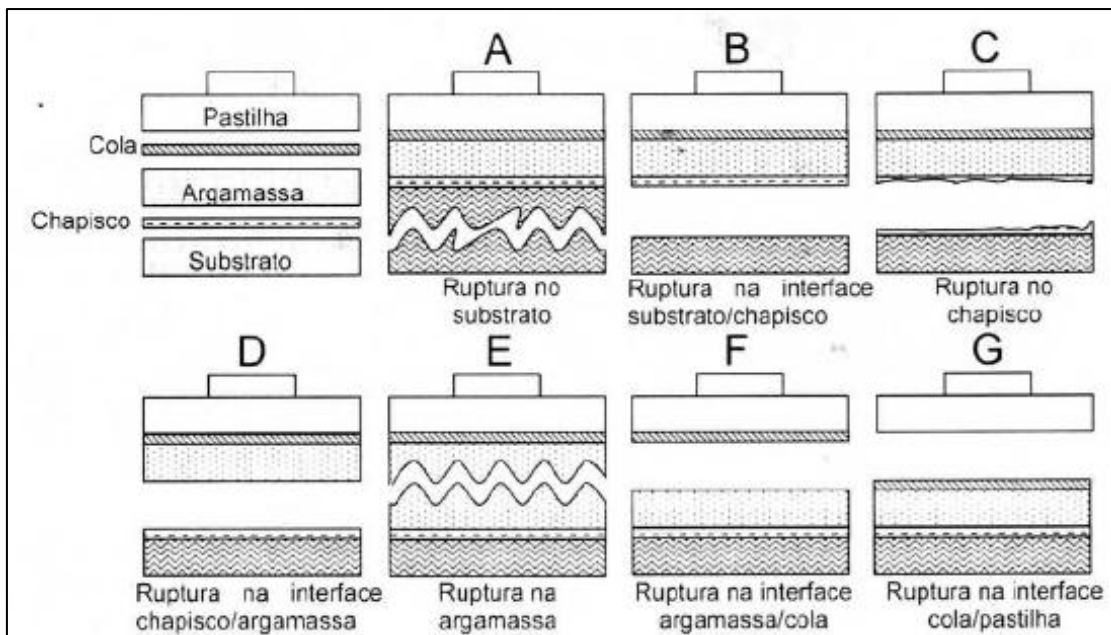
As figuras 11 e 12 a seguir apresentam as formas de rupturas tanto para substratos com chapisco quanto para sem.

Figura 11 - Tipos de ruptura em substrato sem chapisco



Fonte: NBR 13528 (ABNT, 2010).

Figura 12 - Tipos de ruptura em substrato com chapisco



Fonte: NBR 13528 (ABNT, 2010).

3.2.8 Absorção de água por capilaridade/ Coeficiente de capilaridade

A NBR 15259(ABNT,2005) determina as normativas que foram utilizadas para a realização dos ensaios para determinar a absorção de água por capilaridade e o coeficiente de capilaridade.

São ensaiados 3 corpos de prova com dimensões de 4x4x16 cm moldados conforme NBR 15259(2005). Os corpos de prova com idade de 28 dias são colocados em um recipiente com uma camada de água de 5 ± 1 mm, com a menor face voltada para água como mostra a figura 13. Realiza-se a leitura do peso dos corpos no tempo inicial, de 10 e de 90 minutos.

A absorção por capilaridade é obtida dividindo a variação de massa pela área de seção transversal do corpo em contato com a água. Os resultados são apresentados para os intervalos de tempo de 0 a 10 minutos e de 10 a 90 minutos.

Figura 13 - ensaio de absorção



Fonte: Do Autor.

A norma NBR 15259 (ABNT, 2005), define como coeficiente de capilaridade o valor médio das diferenças de massa dos cp's aos 10 e aos 90 minutos.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos através dos ensaios realizados nas argamassas no estado fresco e no estado endurecido, juntamente com a análise destes resultados.

4.1 Índice de consistência

O índice de consistência de cada uma das argamassas foi obtido através da média dos resultados de três ensaios. Os resultados podem ser observados na tabela 8 a seguir.

Tabela 8 - Índice de consistência

Ensaio do índice de consistência				
Amostra	Índices (mm)			Índice de consistência (mm)
	Ensaio1	Ensaio 2	Ensaio 3	
AO1	300	298	290	298
AO2	265	270	269	269
AI1	200	208	212	208
AI2	210	217	214	214
AE1	215	223	217	217
AE2	230	226	228	228

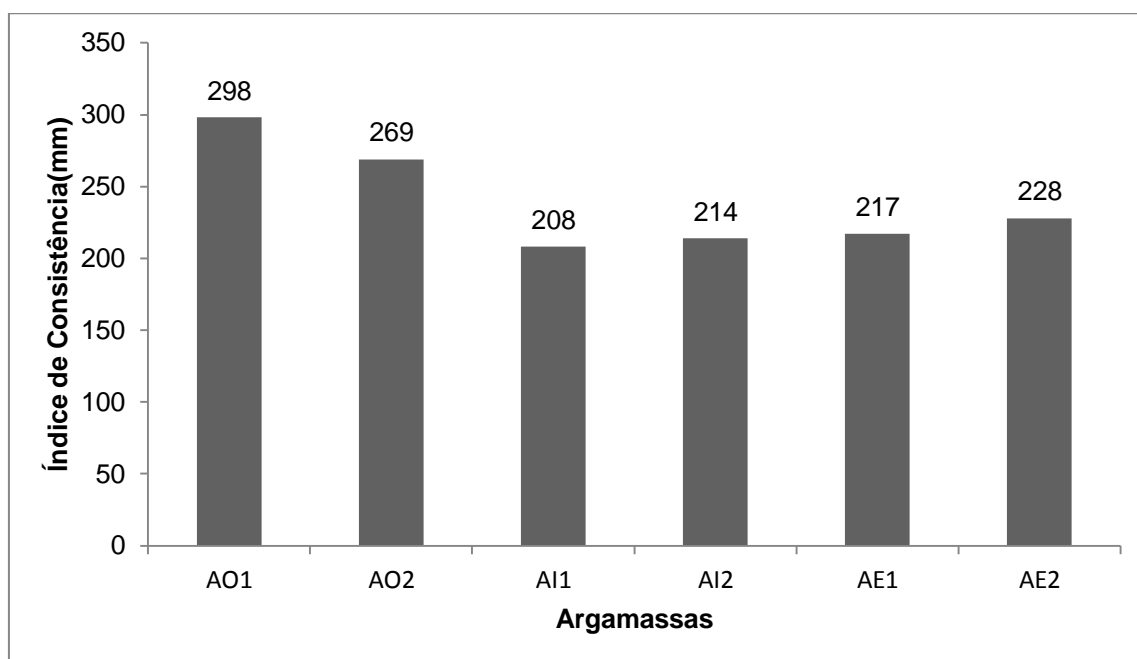
Fonte: Do Autor.

Analisando os resultados pode-se perceber que as argamassas industrializadas possuem menor índice de consistência, enquanto as argamassas

preparadas em obra possuem os maiores índices. Apesar de possuírem praticamente a mesma relação água/ material anidro, em torno de 0,15 l/Kg,

O índice de consistência é um parâmetro ligado diretamente a trabalhabilidade da argamassa. Os valores de índice não devem ser muito elevados pois a argamassa estará muito mole e será difícil de aplicar, e nem muito baixos pois a argamassa não se espalhara na parede. O gráfico 1 apresenta os resultados da tabela 8.

Gráfico 2 - Índice de consistência



Fonte: Do Autor.

4.2 Retenção de água

O ensaio de retenção de água foi realizado somente nas argamassas industrializadas e nas preparadas em obra. Isso se deu devido ao fato de não ter dados suficientes em relação as argamassas industrializadas para a elaboração dos ensaios.

Como pode-se observar na tabela 9, os valores de retenção argamassas industrializadas e preparadas em obra ficaram bastante próximos. Os valores mais

elevados foram obtidos em bibliografias e correspondem a argamassas estabilizadas. O fato destas argamassas se manterem em estado fresco por até 72 horas, faz com que as mesmas tenham uma boa retenção de água, o que explica os resultados.

Tabela 9 - Retenção de água

Ensaio Retenção de água		
Autores	Argamassa	Retenção (%)
Autor(2016)	AO1	77,60%
	AO2	74,03%
	AI1	74,72%
	AI2	78,32%
Trevisol (2015)	Argamassa estabilizada	79,80%
Macioski (2014)	Argamassa estabilizada	87,00%

Fonte: Do Autor.

Segundo Carasek (2007), além de afetar os processos de acabamento e retração plástica no estado fresco, a retenção de água tem importância também no estado endurecido das argamassas, pois para que as reações químicas de endurecimento dos aglomerantes ocorra apropriadamente é necessária uma adequada retenção de água.

4.3 Teor de ar incorporado e densidade de massa no estado fresco

O teor de ar incorporado melhora a trabalhabilidade da argamassa deixando a mesma mais leve e melhor de se aplicar. Na tabela 10 a seguir podemos observar os teores incorporados pelas argamassas, calculados para as industrializadas e para argamassas preparadas em obra. Os dados sobre as argamassas estabilizadas foram insuficientes para a determinação do teor de ar incorporado.

Tabela 10 - Teor de ar incorporado

Ensaio Teor de ar incorporado		
Autores	Argamassa	Teor (%)
Autor (2016)	AO1	5,9%
	AO2	6,2%
	AI1	21,6%
	AI2	21,1%
Trevisol (2015)	Argamassa estabilizada	25,0%

Fonte: Do Autor.

O teor de ar incorporado pelas argamassas, pode ser aumentado por meio de aditivos. Tanto as argamassas estabilizadas, quanto as argamassas industrializadas possuem aditivos incorporadores de ar. Ao se incorporar ar na argamassa a densidade da mesma diminui, como pode ser visto na tabela 11 e no gráfico 2.

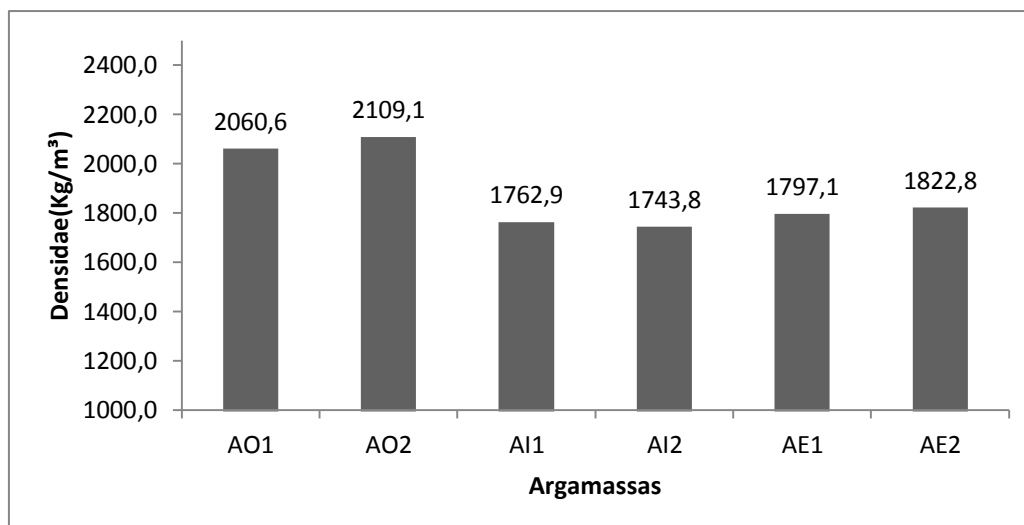
É possível observar que as argamassas industrializadas possuem um teor de ar incorporado maior e conseqüentemente uma densidade aproximadamente 12,5% menor que as argamassas preparadas em obra. Conforme estudos de Trevisol (2015) pode-se ver que as argamassas estabilizadas possuem mais teor de ar incorporado que as industrializadas.

Tabela 11 - Densidade no estado fresco

Densidade de massa no estado fresco				
Traços	Densidade (Kg/m ³)			
	1	2	3	Média
AO1	2063,0	2117,3	2001,5	2060,6
AO2	2097,8	2117,3	2112,1	2109,1
AI1	1852,9	1654,0	1781,9	1762,9
AI2	1796,1	1699,7	1735,7	1743,8
AE1	1764,0	1822,3	1805,1	1797,1
AE2	1809,2	1822,2	1837,1	1822,8

Fonte: Do Autor.

Gráfico 2 – Densidade no estado fresco



Fonte: Do Autor.

4.4 Densidade de massa aparente no estado endurecido

Os resultados obtidos para cada um dos tipos de argamassa é a média dos resultados de 3 corpos de prova como apresentado na tabela 12 a seguir.

Tabela 12 - Densidade de massa no estado endurecido

Densidade de massa estado endurecido				
Traços	Densidade (Kg/m³)			Média
	1	2	3	
AO1	1865,6	1865,2	1866,0	1865,6
AO2	1876,6	1868,8	1882,0	1875,8
AI1	1751,6	1726,6	1761,7	1746,6
AI2	1718,4	1698,4	1677,0	1697,9
AE1	1645,7	1642,2	1633,6	1640,5
AE2	1608,6	1598,0	1646,9	1617,8

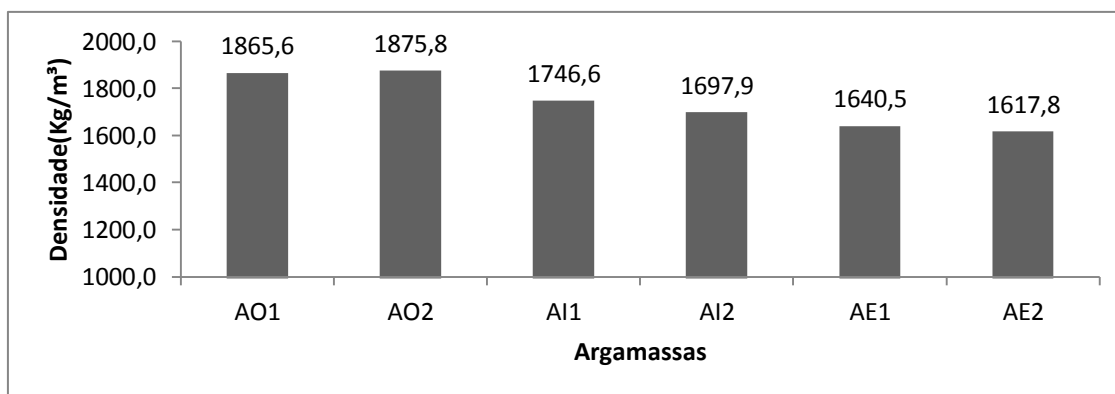
Fonte: Do Autor.

Os resultados mostram que as argamassas com maior densidade são as preparadas em obra, seguidas das industrializadas e por final as estabilizadas.

Percebe-se uma grande diminuição de densidade das argamassas produzidas em obra se comparadas com a densidade no estado fresco. As argamassas industrializadas tiveram pouca variação. Nas argamassas estabilizadas

a argamassa AE 1 teve pouca variação enquanto a argamassa AE2 teve grande variação. No gráfico 3 são apresentados os valores de densidade.

Gráfico 3 - Densidade no estado endurecido



Fonte: Do Autor.

As argamassas no estado endurecido são classificadas de acordo com sua densidade pela NBR 13281 (ABNT, 2005). Conforme apresentado na tabela 13 a seguir todas as argamassas pertencem à classe M5.

Tabela 13 - Classificação quanto a densidade no estado endurecido

Classe	Densidade de massa aparente no estado endurecido (Kg/m³)	Método de ensaio
M1	≤1200	ABNT NBR 13280
M2	1000 a 1400	
M3	1200 a 1600	
M4	1400 a 1800	
M5	1600 a 2000	
M6	>1800	

Fonte: NBR 13281 (ABNT, 2005)

4.5 Resistência à compressão e resistência à tração na flexão

Os resultados de resistência à compressão e à flexão foram obtidos através da média dos resultados de rompimento de três corpos de prova. Pode-se perceber pela tabela a seguir que as argamassas que possuem maior resistência á

compressão também possuem na flexão. A tabela 14 seguir mostra os valores obtidos nos ensaios.

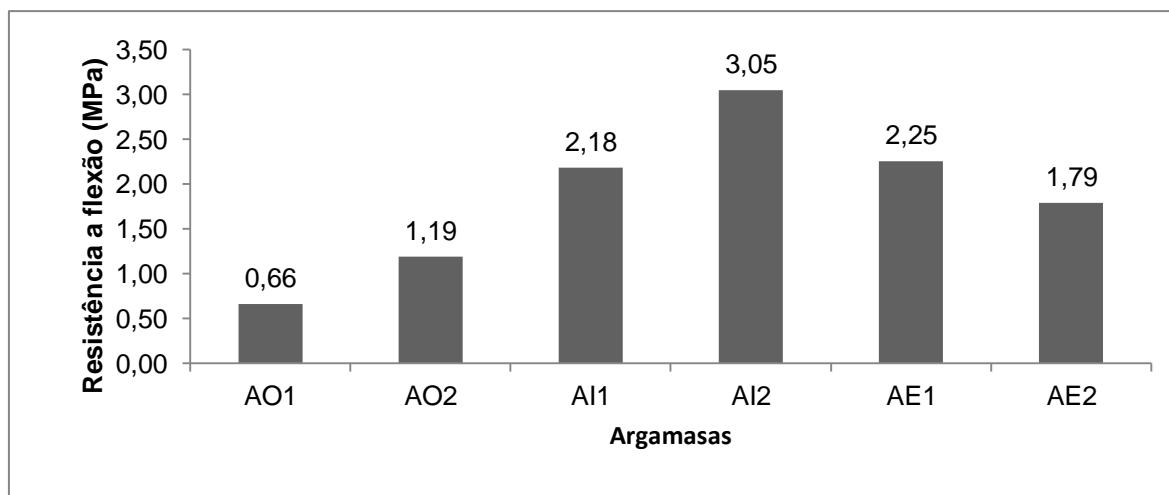
Tabela 14 - Resistência a compressão e a tração na flexão aos 28 dias

Ensaio de resistência		
Argamassas	Resistência a compressão(Mpa)	Resistência a flexão (Mpa)
AO1	2,17	0,66
AO2	3,32	1,19
AI1	5,28	2,18
AI2	8,72	3,05
AE1	5,31	2,25
AE2	3,94	1,79

Fonte: Do Autor.

Conforme pode ser visto no gráfico 4 a maior resistência a flexão foi da argamassa AI2 e a menor foi da AO2.

Gráfico 4 - Resistência à tração na flexão aos 28 dias



Fonte: Do Autor.

A NBR 13279(ABNT, 2005), estabelece valores para classificar as argamassas quanto a sua resistência à flexão. A argamassa AO1 está na classe R1, as argamassas AO2 e AE2 estão na classe R2 e as demais estão na classe R3. Os valores referentes a cada classe estão apresentados na tabela 15.

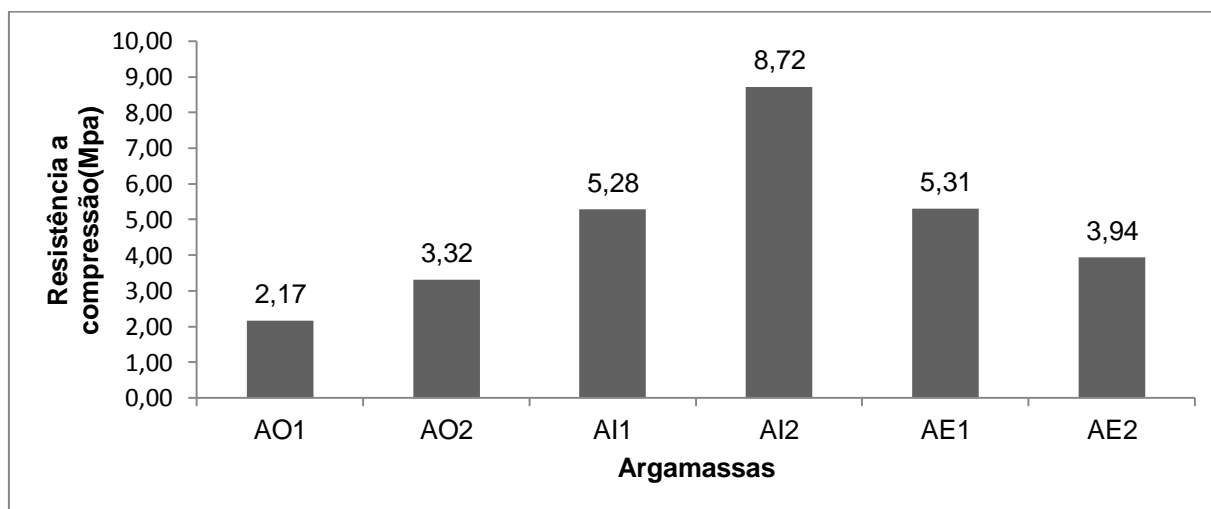
Tabela 15 – Classificação quanto a Resistência á tração na flexão

Classe	Resistência à tração na flexão (Mpa)	Método de ensaio
R1	$\leq 1,5$	
R2	1,0 a 2,0	
R3	1,5 a 2,7	NBR 13279 (ABNT, 2005)
R4	2,0 a 3,5	
R5	2,7 a 4,5	
R6	$> 3,5$	

Fonte: NBR 13281(ABNT, 2005)

Conforme pode ser visto no gráfico 5 a maior resistência a compressão foi da argamassas AI2 e a menor foi da AO2 , repetindo o que aconteceu nos resultados de resistência à flexão.

Gráfico 5 - Resistência à compressão aos 28 dias



Fonte: Do Autor.

A NBR 13279(ABNT, 2005), estabelece valores para classificar as argamassas quanto a sua resistência a compressão. A argamassa AO1 esta na classe P2, as argamassas AO2 e AE2 estão na classe P3, as argamassas AI1 e Ae1 estão na classe P4 e a argamassa AI5 na classe P5. Os valores de resistência referentes a cada classe estão apresentados na tabela 16.

Tabela 16 – Classificação quanto a resistência à compressão

Classe	Resistência à compressão(Mpa)	Método de ensaio
P1	$\leq 2,0$	NBR 13279 (ABNT, 2005)
P2	1,5 a 3,0	
P3	2,5 a 4,5	
P4	4,0 a 6,5	
P5	5,5 a 9,0	
P6	$> 8,0$	

Fonte: NBR 13281(ABNT, 2005)

4.6 Resistência potencial de aderência à tração

Neste item serão apresentados os resultados dos ensaios de aderência a tração das argamassas aos 28 dias. Foram realizados ensaios de aderência para 6 tipos de argamassa utilizando dois substratos diferentes. Os traços de argamassa AO1, AO2, AI1, AI2, AE1 e AE2 foram aplicados em substratos de bloco cerâmico com chapisco manual e tijolo maciço sem chapisco.

A resistência de aderência a tração é definida pela NBR 13749 (ABNT, 2013). A norma determina os valores mínimos (TABELA 17) para paredes internas, externas e teto.

Tabela 17 - Resistências mínimas de aderência à tração

Local	Acabamento	Ra(Mpa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco
		$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado
		$\geq 0,30$
	Externa	Pintura ou base para reboco
		$\geq 0,30$
		Cerâmica
		$\geq 0,30$
Teto		$\geq 0,20$

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 2005).

O estudo tem por objetivo analisar as argamassas quanto a sua utilização para reboco externo, ou seja os valores de resistência deverão ser maiores ou iguais a 0,3 Mpa. Os valores obtidos para todas as combinações de argamassas x substratos estão apresentados nos anexos A,B,C e D. A tabela a 18 mostra os

valores médios encontrados, sendo que valores de resistência espúrios, ou seja valores maiores que a soma da media mais o desvio padrão e menores que a subtração de média e desvio padrão foram desconsiderados.

Segundo Tiggemann (2016), as amostras podem ser consideradas de confiança quando apresentam variação de aproximadamente 25 %. Ainda segundo o autor, por se tratar de um ensaio com muitas variáveis que influenciam no resultado, valores maiores de variação são aceitáveis.

Tabela 18 - Resultados dos ensaios de resistência à tração

Substrato	Argamassa	Média(Mpa)	Desv. Pad	Coef. Var. (%)
Bloco cerâmico	AO1	0,44	0,06	12,92
Bloco cerâmico	AO2	0,42	0,08	20,19
Bloco cerâmico	AI1	0,34	0,09	27,02
Bloco cerâmico	AI2	0,35	0,14	39,44
Bloco cerâmico	AE1	0,48	0,11	22,04
Bloco cerâmico	AE2	0,19	0,03	17,47
Tijolo Maciço	AO1	0,62	0,12	18,85
Tijolo Maciço	AO2	0,44	0,10	21,75
Tijolo Maciço	AI1	0,43	0,14	32,20
Tijolo Maciço	AI2	0,37	0,09	24,58
Tijolo Maciço	AE1	0,33	0,09	26,97
Tijolo Maciço	AE2	0,56	0,11	20,34

Fonte: Do Autor.

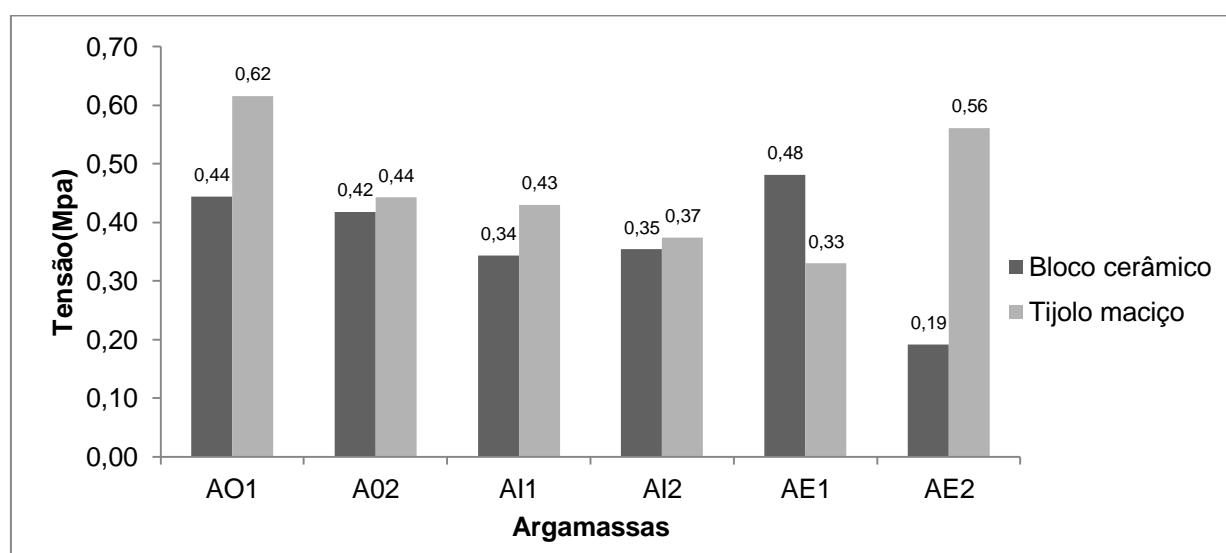
Como pode ser observado na tabela apenas quatro das doze amostras analisadas não apresentam valores de variação menores ou iguais a 25%. Duas no substrato de bloco cerâmico e duas no substrato de tijolo maciço, mostrando que apesar de serem diferentes a variação não tem relação aparente com os mesmos. Pode-se ver também que a argamassa AI1 apresenta coeficiente de variação maior que 25% em ambos os substratos, o que mostra que os dados de resistência foram bastante divergentes.

Ao analisar os dados obtidos quando aplicadas em tijolo maciço podemos observar que a todas as argamassas tiveram resultados acima do valor mínimos sem chapisco. A argamassa AO1 foi a que teve melhor desempenho neste substrato, mesmo tendo em sua composição cal hidráulica, que por sua vez não é

indicado para argamassas de revestimento. Já na aplicação em bloco cerâmico houve uma argamassa (AE2) que não atingiu o valor estabelecido pela norma, ficando abaixo inclusive até dos valores estabelecidos para reboco interno. Este valor é bastante contraditório se compararmos a resistência da mesma em tijolo maciço. O resultado provavelmente se deve ao fato de a argamassa não ter tido boa aderência com o chapisco, sendo que todos os arranchamentos romperam na interface chapisco/argamassa.

As argamassas AO1 e AO2 foram as que tiveram melhor desempenho tanto na aplicação em tijolos maciços, quanto em blocos. Posteriormente vieram as argamassas industrializadas que mantiveram valores bastante parecidos em ambos os substratos, tendo um pequeno ganho de resistência nos tijolos maciços. As argamassas estabilizadas tiveram um comportamento diferente das demais, enquanto a AE1 diminuiu o valor da resistência quando aplicada em tijolos maciço de 0,48 para 0,33 Mpa a AE2 teve um aumento considerável de resistência passando de 0,19 para 0,56 Mpa. No gráfico 6 é possível observar a grande diferença de resistência da argamassa AE2 em diferentes substratos assim como os demais resultados de aderência.

Gráfico 6 - Tensão média de ruptura



Fonte: Do Autor.

A norma de resistência a tração também determina que seja mensurada o valor da umidade da argamassa, pois a umidade é um dos fatores que influenciam os valores finais de resistência. Como pode ser observado na tabela 19 a seguir os valores de umidade ficaram bastante próximos em todas as amostras, sendo assim não tiveram tanta influencia no resultado.

Outro fator analisado é a região em que houve o rompimento, para que se possa analisar o desempenho do sistema de revestimento. Como pode se visualizar na tabela 19 , no caso dos blocos cerâmicos a maior incidência de ruptura ficou na interface chapisco/ argamassa, a única exceção foi a argamassa AO2. Pode-se perceber que a argamassa AE2 teve 100 % das rupturas teve suas rupturas nesta região, demonstrando que provavelmente não houve uma boa aderência da mesma ao chapisco resultando assim em um valor de resistência abaixo do exigido pela norma.

Tabela 19 - Umidade e região de rompimento

Umidade e região de rompimento					
Substrato	Argamassa	Umidade (%)	Sub/Chap. (%)	Chap./Arg. (%)	Arg. (%)
Bloco cerâmico	AO1	3,8	10,7	75,0	14,3
Bloco cerâmico	A02	4,2	65,7	20,0	14,3
Bloco cerâmico	AI1	2,9	25,0	72,5	2,5
Bloco cerâmico	AI2	2,7	27,2	52,2	20,6
Bloco cerâmico	AE1	3,1	4,4	74,4	21,3
Bloco cerâmico	AE2	3,2	0,0	100,0	0,0
SOMA			22,2	65,7	12,1
Substrato	Argamassa	Umidade (%)	Sub.(%)	Sub/Arg. (%)	Arg. (%)
Tijolo Maciço	AO1	3,6	4,2	92,5	3,3
Tijolo Maciço	A02	3,1	2,9	95,0	2,1
Tijolo Maciço	AI1	2,9	2,2	93,3	4,4
Tijolo Maciço	AI2	2,9	2,0	92,6	5,4
Tijolo Maciço	AE1	3,2	0,0	100,0	0,0
Tijolo Maciço	AE2	3,1	8,2	91,8	0,0
SOMA			3,2	94,2	2,6

Fonte: Do Autor.

Nos substratos de tijolos maciços todas as argamassas tiveram suas concentrações de rupturas na interface do substrato/ argamassa. A argamassa AE1 teve todas as suas rupturas nesta região e contrariando o que aconteceu com as demais argamassas que aumentaram suas resistências quando aplicadas neste

substrato, esta diminuiu. Isso pode ter acontecido pelo fato de não ter ocorrido boa aderência entre argamassa e substrato devido a composição de um ou de ambos os elementos.

4.7 Absorção de água por capilaridade/ Coeficiente de capilaridade

A determinação da absorção de água por capilaridade assim como o coeficiente de capilaridade foram obtidos através da média do resultados dos ensaios de três corpos de prova. A maior absorção de água ocorreu nas argamassas preparadas em obras, seguidas das argamassas estabilizadas e por fim as industrializadas.

Os resultados mostram uma maior estanqueidade das argamassas industrializadas por possuem uma maior resistência a penetração de água. A tabela 20 apresenta os valores encontrados para a absorção de água e coeficiente de capilaridade.

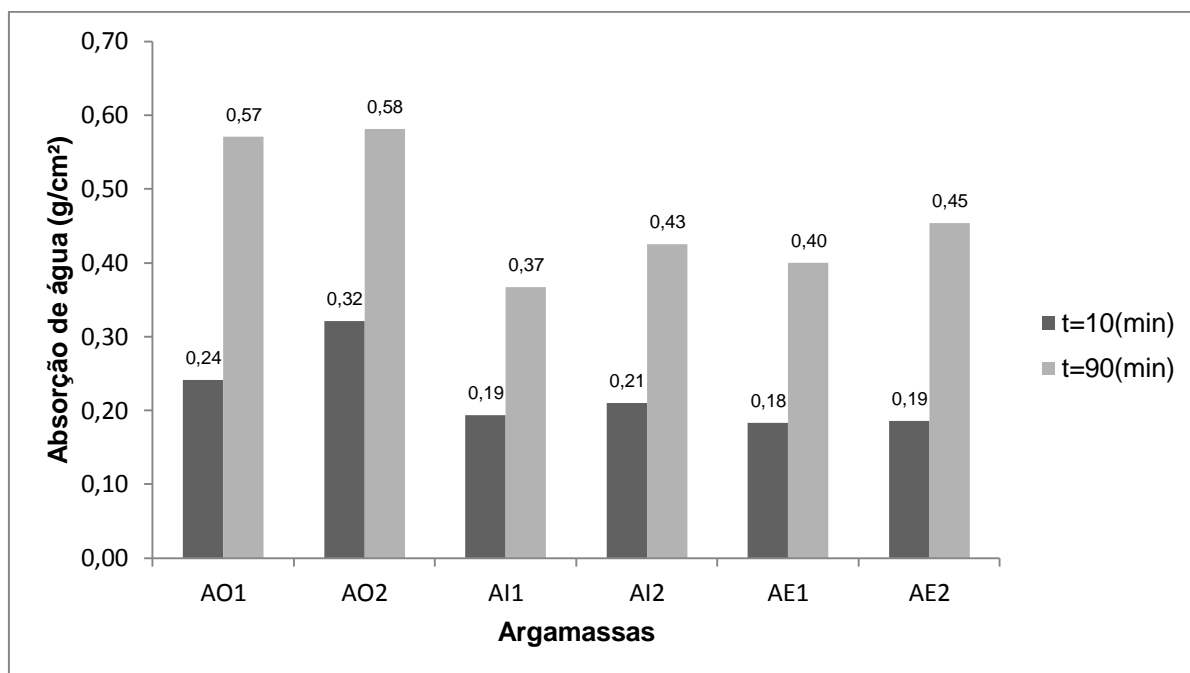
Tabela 20 - Valores de absorção de água e coeficientes de capilaridade

Ensaio de absorção de água			
Argamassas	Absorção de água (g/cm²)		Coeficiente de capilaridade (g/dm³.min¹/²)
	t=10(min)	t=90(min)	
AO1	0,24	0,57	0,33
AO2	0,32	0,58	0,26
AI1	0,19	0,37	0,17
AI2	0,21	0,43	0,21
AE1	0,18	0,40	0,22
AE2	0,19	0,45	0,27

Fonte: Do Autor.

O gráfico a 7 mostra os valores de absorção de água para os tempos de 10 e 90 minutos

Gráfico 7 - Absorção de água



Fonte: Do Autor.

De acordo com os valores de coeficiente de capilaridade as argamassas podem ser classificadas conforme a tabela 21 apresentada pela NBR 13281 (ABNT,2005). Todas as argamassas pertencem a classe C1.

Tabela 21 - Coeficiente de capilaridade definido por norma

Classe	Coeficiente de capilaridade g/dm ² .min ^{1/2}	Método de ensaio
C1	≤1,5	ABNT NBR 15259
C2	1,0 a 2,5	
C3	2,0 a 4,0	
C4	3,0 a 7,0	
C5	5,0 a 12,0	
C6	>10,0	

Fonte NBR 13281(ABNT, 2005)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar os tipos de argamassas de revestimento utilizados na cidade de Lajeado/RS, através de ensaios físicos no estado fresco e no estado endurecido das argamassas. As argamassas tiveram bons resultados para aplicação no revestimento externo, sendo que as argamassas produzidas pelo mesmo processo sempre tiveram resultados similares, diferenciando-se das demais.

No estado fresco pode-se apontar a diferença no índice de consistência entre as argamassas industrializadas e as argamassas produzidas em obra, que apesar de possuírem a mesma relação água/ argamassa anidra, tiveram valores bem diferentes, sendo as argamassas produzidas em obra, as que tiveram o maior índice. Além disso, destaca-se a relação entre o teor de ar incorporado e a densidade de massa no estado fresco. Argamassas que possuem aditivos incorporadores de ar como argamassas industrializadas e estabilizadas tiveram menor densidade que as argamassas preparadas em betoneira. O teor de ar incorporado e a baixa densidade são aspectos que melhoram a qualidade das argamassas no processo de aplicação.

O índice de retenção de água foi avaliado somente para as argamassas industrializadas e preparadas em betoneira. Esta propriedade é de fundamental importância tanto para o revestimento no estado fresco quanto para o revestimento no estado endurecido. Ambos os tipos de argamassa resultaram em resultados de retenção de água bem próximos.. Os valores encontrados em bibliografias para argamassas estabilizadas foram maiores, o que se deve ao fato das mesmas se manterem no estado fresco por até 72 horas.

No estado endurecido destaca-se a variação e densidade das argamassas preparadas em obra e das argamassas estabilizadas. A variação de densidade do estado fresco para o estado endurecido pode ter ocorrido pelo excesso de água nas argamassas. Este excesso de água evapora no estado endurecido deixando a argamassa com grande índice de vazios. A água em excesso pode também ter causado a baixa resistência das argamassas preparadas em obra, se comparadas com as resistências das argamassas industrializadas, tanto na compressão quanto na flexão. As argamassas industrializadas apresentaram boas resistências sendo que a argamassa AI2 teve os melhores resultados na compressão e na flexão. As argamassas industrializadas também tiveram um melhor desempenho em relação a absorção de água, o que significa que este tipo de argamassa forma um revestimento com melhor estanqueidade. A alta absorção de água das argamassas preparadas em obra e das argamassas estabilizadas também pode ser explicada pelo fato das mesmas possuírem água em excesso na mistura e ficando assim mais porosas e aumentando a absorção de água.

O principal ensaio realizado foi o de resistência de aderência a tração. No ensaio os traços de argamassa foram aplicados sobre blocos cerâmicos com chapisco manual e tijolos maciços. Nos blocos as maiores resistências observadas foram das argamassas produzidas em obra, sendo a argamassa AO1 a que teve melhor resultado, a argamassa AE 2 teve o pior desempenho neste substrato ficando com uma resistência menor do que a estabelecida por norma. Nos tijolos novamente as maiores resistências foram das argamassas produzidas em obra sendo a AO1 a com maior resistência. Neste substrato a argamassa AE2 teve uma resistência quase três vezes maior que nos blocos. O que nos mostra que pode ter havido algum problema de aderência com o primeiro substrato. Este problema fica mais evidente quando observamos que os rompimentos deste ensaio ocorreram todos na interface chapisco/ argamassa. O fato de ter ocorrido este problema só reforça que os traços de argamassas não são receitas prontas e que devem ser feitos analisando fatores naturais do local de aplicação além das características do substrato.

Este estudo demonstrou uma boa qualidade das argamassas utilizadas na cidade de Lajeado e principalmente a necessidade de conhecer todas as variáveis

que influenciam nas propriedades das argamassas para que o revestimento não venha a ter problemas futuros.

REFERÊNCIAS

- ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de revestimentos de argamassa**. 2002. Disponível em: <http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2016.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11172:** Aglomerantes de origem mineral. ABNT, 1990.
- _____. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. ABNT, 2005.
- _____. **NBR 13277:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. ABNT, 2005.
- _____. **NBR 13278:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. ABNT, 2005.
- _____. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. ABNT, 2005.
- _____. **NBR 13280:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. ABNT, 2005.
- _____. **NBR 13529:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. ABNT, 2013.
- _____. **NBR 13528:** Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. ABNT, 2010.
- _____. **NBR 13749 :** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. ABNT, 2013.
- _____. **NBR 15270-3:** Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. ABNT, 2005.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte - **Construção de edifícios do início ao fim da obra** – São Paulo/ SP: Editora PINI Ltda., 2015.

ANTUNES, Anivaldo da Costa. **Avaliação comparativa entre argamassa produzida na obra e industrializada para execução de revestimento de fachada: estudo de caso de edifício de múltiplos pavimentos** - Monografia (Programa de Pós-Graduação)-Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Recife/PB, 2008.

BAÍÁ, Luciana Leone Maciel; SABBATINI, Fernando Henrique. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4ª edição, O nome da rosa editora Ltda .São Paulo/SP, 2008.

BAUER, Elton. **Revestimento de argamassa – características e peculiaridades**. 1ª edição, LEMUnb – SINDUSCON/DF, Brasília/DF, 2005.

CARASEK, Helena. **Materiais de construção civil e princípios da ciência da engenharia de materiais**. 1ª ed. ISAIA, Geraldo Cechella– São Paulo: IBRACON, 2007, Cap. 26 – Argamassas, pág. 863 a 904. Volume2.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassas utilizadas em Porto Alegre** - Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2000.

GEHBAUER, Fritz. **Planejamento e gestão de obras, um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha**. Editora CEFET-PR, Curitiba/PR, 2002.

MACIOSKI, Gustavo **Avaliação do comportamento de argamassas estabilizadas para revestimento**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade federal do Parana, Curitiba, 2014.

MATOS, Paulo Ricardo de. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto** - Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2013.

MODULO 7 DO DTC – **Tecnologia e desenvolvimento s/c Ltda**. Sinduscon, Goiânia/GO, 1997.

NETO, A. M.; ANDRADE D. C. de; SOTO, N. T. A. **Estudo das propriedades e viabilidade técnica da argamassa estabilizada** – Monografia (Graduação em Engenharia da Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2010.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa**. 1ª ed. EDIPUCRS. Porto Alegre/RS, 2007.

REGATTIERI, Carlos E; SILVA, Luciano L.R. **Ganhos de potenciais na utilização da argamassa industrializada.** Simpósio Brasileiro de Tecnologia em Argamassas. São Paulo/SP, 2003.

ROCHA, João Pedro A.; HERMANN, Aline. **Pesquisa da viabilidade da utilização de argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação de chapisco** – Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco/PR, 2013.

SILVA, Daiana.S. **Estudo comparativo dos métodos de produção de argamassas de revestimento utilizados no município de Tubarão.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão/SC, 2008.

TIGGEMANN, Tiago G. **Argamassas industrializadas para revestimento utilizadas na cidade de Lajeado/rs: comportamento em diferentes substratos.** Monografia (Graduação em Engenharia civil). Centro Universitario Univates, Lajeado, 2016.

TREVISOL, Luis Alberto. **Studo comparativo entre as argamassas: estabilizada dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios fisicos nos estados fresco e endurecido.** Dissertação (mestrado em Engenharia civil). Instituto de Engenharia do Parana, Curitiba, 2015.

APÊNDICES

ANEXO A- Valores de umidade, diâmetro, carga de ruptura e região de ruptura dos os ensaios realizados.

ARGAMASSA AO1- BLOCO CERÂMICO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/Cola
1	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	35	0,2143		50	50		
2	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	64	0,3919			100		
3	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	45	0,2756				100	
4	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	78	0,4776			100		
5	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	80	0,4899		15	85		
6	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	125	0,7654				100	
7	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	87	0,5327			100		
8	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	68	0,4164			100		
9	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	132	0,8083				100	
10	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	70	0,4286		60	40		
11	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	61	0,3735				100	
12	45,7	45,5	45,6	1633,08	3,87	123	0,7532				100	

ARGAMASSA AO2- BLOCO CERÂMICO													
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)					
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	24	0,145		100				
2	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	41	0,2478			100			
3	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	48	0,2901		100				
4	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	95	0,5741		100				
5	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	85	0,5137		85	15			
6	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	64	0,3868		100				
7	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	71	0,4291		90	10			
8	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	97	0,5862				100		
9	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	84	0,5077		85	15			
10	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	76	0,4593				100		
11	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	56	0,3384			100			
12	46	45,8	45,9	1654,64	4,21	97	0,5862				100		

ARGAMASSA AI1- BLOCO CERÂMICO													
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)					
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	90	0,5646			90	10		
2	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	50	0,3137			80	20		
3	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	99	0,6211			100			
4	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	81	0,5082			100			
5	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	40	0,251			90	10		0,0205307
6	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	87	0,5458			100			
7	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	25	0,1568			100			
8	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	41	0,2572			100			
9	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	60	0,3764		100				
10	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	67	0,4203			100			
11	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	40	0,251			100			
12	44,9	45,2	45,05	1593,92	2,98	59	0,3702		100				

Os dados referentes aos números pintados de amarelo foram desconsiderados por se tratarem de valores espúrios.

ANEXO B- Valores de umidade, diâmetro, carga de ruptura e região de ruptura dos os ensaios realizados.

ARGAMASSA AI2- BLOCO CERÂMICO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/Cola
1	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	35	0,2167			100		
2	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	29	0,1795			100		0,0367162
3	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	54	0,3343		70	30		
4	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	21	0,13			100		
5	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	40	0,2476			100		
6	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	83	0,5139		85	15		
7	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	88	0,5448				100	
8	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	38	0,2353			100		
9	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	81	0,5015			15	85	
10	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	126	0,7801				100	
11	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	48	0,2972			100		
12	45,2	45,5	45,35	1615,22	2,75	76	0,4705		90	10		

ARGAMASSA AE1- BLOCO CERÂMICO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/Cola
1	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	81	0,5026			100		
2	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	84	0,5212			100		
3	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	46	0,2854			100		
4	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	127	0,788		40	60		
5	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	71	0,4405				100	
6	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	42	0,2606		15	85		
7	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	157	0,9742		50	50		
8	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	109	0,6763		35	65		
9	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	60	0,3723			100		
10	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	90	0,5584			100		
11	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	58	0,3599			30	70	
12	45,3	45,3	45,3	1611,66	3,15	67	0,4157			100		

ARGAMASSA AE2- BLOCO CERÂMICO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/Cola
1	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	35	0,2153			100		
2	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	17	0,1046			100		
3	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	18	0,1107			100		
4	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	28	0,1722			100		
5	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	37	0,2276			100		
6	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	25	0,1538			100		
7	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	42	0,2583			100		
8	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	39	0,2399			100		
9	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	37	0,2276			100		
10	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	23	0,1415			100		
11	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	34	0,2091			100		
12	45,6	45,4	45,5	1625,92	3,24	30	0,1845			100		

Os dados referentes aos números pintados de amarelo foram desconsiderados por se tratarem de valores espúrios.

ANEXO C- Valores de umidade, diâmetro, carga de ruptura e região de ruptura dos os ensaios realizados

ARGAMASSA AO1- TIJOLO MACIÇO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	115	0,7183		100			
2	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	93	0,5809		60	40		
3	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	87	0,5434		100			
4	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	74	0,4622		100			
5	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	104	0,6496		100			
6	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	114	0,7121	10	90			
7	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	144	0,8994	30	70			
8	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	36	0,2249		100			
9	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	122	0,762	10	90			
10	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	108	0,6746		100			
11	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	70	0,4372		100			
12	44,9	45,4	45,15	1601,00	3,63	34	0,2124		100			

ARGAMASSA AO2- TIJOLO MACIÇO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	45	45	45	1590,38	3,17	65	0,4087		100			
2	45	45	45	1590,38	3,17	57	0,3584		100			
3	45	45	45	1590,38	3,17	61	0,3836		100			
4	45	45	45	1590,38	3,17	60	0,3773		100			
5	45	45	45	1590,38	3,17	97	0,6099	20	65	15		
6	45	45	45	1590,38	3,17	40	0,2515		100			
7	45	45	45	1590,38	3,17	87	0,547		100			
8	45	45	45	1590,38	3,17	104	0,6539	40	60			
9	45	45	45	1590,38	3,17	66	0,415		100			
10	45	45	45	1590,38	3,17	47	0,2955		100			
11	45	45	45	1590,38	3,17	132	0,83	50	50			
12	45	45	45	1590,38	3,17	104	0,6539		100			

ARGAMASSA AI1- TIJOLO MACIÇO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	26	0,162		100			
2	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	99	0,617		100			
3	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	54	0,3365		100			
4	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	42	0,2618		100			
5	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	55	0,3428		100			
6	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	142	0,885	10	90			
7	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	63	0,3926		100			
8	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	88	0,5484		60	40		
9	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	58	0,3615		100			
10	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	104	0,6482		100			
11	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	20	0,1246	20	80			
12	44,9	45,3	45,2	1604,55	2,91	57	0,3552		100			

Os dados referentes aos números pintados de amarelo foram desconsiderados por se tratarem de valores espúrios.

ANEXO D- Valores de umidade, diâmetro, carga de ruptura e região de ruptura dos os ensaios realizados

ARGAMASSA AI2- TIJOLO MACIÇO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	45,4	45,6	45,2	1604,55	2,98	37	0,2306		100			
2	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	51	0,3178		100			
3	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	76	0,4737		100			
4	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	54	0,3365		80	20		
5	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	71	0,4425		100			
6	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	26	0,162		100			
7	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	141	0,8787	20	80			
8	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	55	0,3428		100			
9	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	70	0,4363		100			
10	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	79	0,4923		65	35		
11	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	67	0,4176		100			
12	45,2	45,5	45,2	1604,55	2,98	40	0,2493		100			

ARGAMASSA AE1- TIJOLO MACIÇO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(kg)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	45	0,2811		100			
2	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	125	0,7808	10	90			
3	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	83	0,5184		100			
4	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	38	0,2374		100			
5	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	51	0,3185		100			
6	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	41	0,2561		100			
7	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	31	0,1936		100			
8	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	35	0,2186		100			
9	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	55	0,3435		100			
10	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	59	0,3685		100			
11	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	58	0,3623		100			
12	45,1	45,2	45,15	1601,00	3,21	63	0,3935		100			

ARGAMASSA AE2- TIJOLO MACIÇO												
Corpo de Prova						Carga Ruptura(k g)	Tensão (Mpa)	Formas de Ruptura(%)				
n°	d 1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	Área (mm²)	Umidade media (%)			Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Cola	Cola/plast
1	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	70	0,4363		100			
2	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	100	0,6232	15	85			
3	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	117	0,7292	15	85			
4	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	86	0,536		100			
5	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	32	0,1994		100			
6	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	129	0,804	20	80			
7	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	64	0,3989		100			
8	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	23	0,1433		100			
9	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	124	0,7728	10	80	10		
10	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	98	0,6108		100			
11	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	95	0,5921		100			
12	45,2	45,2	45,2	1604,55	3,07	39	0,2431		100			

Os dados referentes aos números pintados de amarelo foram desconsiderados por se tratarem de valores espúrios.

ANEXO E- Valores encontrados nos ensaios de absorção de água

Ensaio de absorção de água- AO1					Ensaio de absorção de água- AO2				
CP	Absorção de água por capilaridade			Coef. de capilaridade	CP	Absorção de água por capilaridade			Coef. de capilaridade
	t=0 (g)	t=10 (g)	t=90 (g)			t=0 (g)	t=10 (g)	t=90 (g)	
1	477,6	481,5	491,1	0,33	1	480,4	485,6	495,7	0,26
2	477,5	481,4	489,8		2	478,4	484,4	492,9	
3	477,7	481,5	490,9		3	481,8	486	495,3	
Ensaio de absorção de água- AI1					Ensaio de absorção de água- AI2				
CP	Absorção de água por capilaridade			Coef. de capilaridade	CP	Absorção de água por capilaridade			Coef. de capilaridade
	t=0 (g)	t=10 (g)	t=90 (g)			t=0 (g)	t=10 (g)	t=90 (g)	
1	448,4	451,7	457,8	0,17	1	439,9	443,4	450,8	0,21
2	442	444,8	450,3		2	434,8	437,2	443,9	
3	451,1	454,3	460,3		3	429,3	433,5	439,8	
Ensaio de absorção de água- AE1					Ensaio de absorção de água- AE2				
CP	Absorção de água por capilaridade			Coef. de capilaridade	CP	Absorção de água por capilaridade			Coef. de capilaridade
	t=0 (g)	t=10 (g)	t=90 (g)			t=0 (g)	t=10 (g)	t=90 (g)	
1	421,3	423,4	429,9	0,22	1	411,8	413,9	421,6	0,27
2	420,4	423,7	430,2		2	409,1	412,8	418,7	
3	418,2	421,6	427,8		3	421,6	424,7	432,9	

ANEXO F- Valores de resistência a compressão e a flexão

Ensaio resistência a compressão				Ensaio resistência a flexão	
Amostra	Área(mm²)	Carga de ruptura(Kn)	Resistência a compressão(Mpa)	Força máxima(N)	Resistência na flexão(Mpa)
AO1	1600	3,728	2,33	0,338	0,79
AO1	1600	4,152	2,6	0,254	0,6
AO1	1600	2,542	1,59	0,254	0,6
AO2	1600	4,491	2,81	0,423	0,99
AO2	1600	6,694	4,18	0,508	1,19
AO2	1600	4,745	2,97	0,593	1,39
AI1	1600	9,660	6,04	0,847	1,99
AI1	1600	5,931	3,71	1,016	2,38
AI1	1600	9,745	6,09	0,932	2,18
AI2	1600	14,235	8,9	1,44	3,38
AI2	1600	14,320	8,95	1,271	2,98
AI2	1600	13,303	8,31	1,186	2,78
AE1	1600	7,965	4,98	0,762	1,79
AE1	1600	8,135	5,08	0,847	1,99
AE1	1600	9,406	5,88	1,271	2,98
AE2	1600	5,931	3,71	0,762	1,79
AE2	1600	7,118	4,45	0,847	1,99
AE2	1600	5,847	3,65	0,677	1,59